

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Návrh vytápění pro rodinný dům**  
**Proposal of Family House Heating**

2016

Bc. Martin Závodný

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Závodný**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika

Téma: **Návrh vytápění pro rodinný dům**  
**Proposal of Family House Heating**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Popis domu, výkresová dokumentace, použité materiály
2. Výběr vhodného software pro výpočet tepelných ztrát, výpočet tepelných ztrát
3. Srovnání typů vytápění, náklady na vytápění
4. Volba vhodného druhu vytápění - varianty a zhodnocení

### Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Hradílek, Z., Lázníčková, I., Král, V. Elektrotepelná technika, Praha: ČVUT Praha, 2011, ISBN 978-80-01-043938-9
- [2] Metaxas A. C. Foundations of electroheat a unified approach, Chichester: Wiley, 1996, ISBN 0471 956449
- [3] Tywoniak, J. a kol. Nízkoenergetické domy 3, Praha: Grada Publishing, 2012, ISBN 978-247-3832-1
- [4] Počinková, M., Čuprová, D., Rubinová, O. Úsporný dům, Brno: CPress v Brně, 2012, ISBN 978-80-264-0014-1
- [5] Dufka, J. Hospodárné vytápění domů a bytů, Praha: Grada Publishing, 2007, ISBN 978-80-247-2019-7

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry




  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

Dne: 29.4.2016

Podpis:

  
.....  
Martin Závodný

## **Poděkování**

Chtěl bych touto formou poděkovat panu doc. Ing. Vladimíru Královi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi během vypracování této práce poskytl.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti „DEK“ a „PROTECH“ za poskytnutí studentské licence pro výpočetní software, který jsem pro vypracování diplomové práce využil.

Děkuji také projekční firmě „Dům na zelenou“ za rady týkající se výpočetního software.

## **Abstrakt**

V diplomové práci se zabývám projektem výpočtu tepelných ztrát novostavby rodinného domu, kde na základě stavební výkresové dokumentace a požadavků navrhují vhodný tepelný zdroj pro daný objekt. Jedním z dalších cílů diplomové práce je vybrat vhodný software pro výpočet tepelných ztrát. Dále porovnávám rozdíl ve výpočtu tepelných ztrát podle staré normy ČSN 06 0210 a nové ČSN EN 12831. V práci jsou teoreticky rozebrány typy tepelných zdrojů a metody vytápění. Na závěr tohoto teoretického rozboru jednotlivých metod vytápění uvádím srovnávací tabulku výhod a nevýhod jednotlivých vytápění tak, aby bylo jasné jaké vytápění, a za jakých okolností se vyplatí. Na základě znalostí z teoretické části můžu definovat správný a nejvíce efektivní tepelný zdroj vytápění pro můj řešený projekt. Pro vyhodnocení jsem vytvořil čtyři varianty pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody, které podléhají požadavkům a okolnostem stavby. V úplném závěru diplomové práce jsou tyto varianty analyzovány pomocí multikriteriální analýzy, která posloužila pro nalezení nejvhodnější varianty.

## **Klíčová slova**

vytápění, nízkoenergetická budova, software, výpočet tepelných ztrát, tepelné čerpadlo, náklady na vytápění, kotel, metody.

## **Abstract**

The thesis is focused on the project calculation of heat loss of a new family house. In the thesis I suggest the suitable heat source for the new house. My research is based on documentation, drawings of a plan house and meeting the requirements for this house. One of the other targets is to choose the appropriate software for calculation heat loss. I compare the difference between invalid norm ČSN 06 0210 and the valid standard ČSN 12 831. In the thesis I theoretically analyze more types of heat sources and heating methods and in conclusion of this theoretical analysis of various heating methods I present the comparative table of advantages and disadvantages of heating to explain and make clear which heating is suitable and worthwhile. Based on theoretical knowledge I can suggest the most efficient heating source for this project. For evaluation heating and hot water there are four options, which correspond to provide the requirements of the family house. At the end of this thesis I analyze all these options using multi-criteria analysis, which leads to find out the most suitable solution.

## **Keywords**

heating, low-energy building, software, calculation of heat losses, heat pump, heating costs, cresset, methods.

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Popis domu, výkresová dokumentace, použité materiály .....</b>	<b>2</b>
2.1.1.    Architektonické řešení - kompozice tvarového řešení .....	2
2.1.2.    Materiálové řešení .....	2
2.1.3.    Stavební řešení, konstrukční a materiálové řešení .....	2
2.1.4.    Dispoziční a provozní řešení .....	2
2.1.5.    Konstrukční a stavebně technické řešení .....	2
2.1.6.    Izolace spodní stavby .....	3
2.1.7.    Svislé konstrukce .....	3
2.1.8.    Vodorovné konstrukce .....	3
2.1.9.    Zastřešení .....	3
2.1.10.   Podlahy .....	3
2.1.11.   Výplně otvorů .....	3
2.2.      Výkresová dokumentace .....	4
<b>3. Výběr vhodného software pro výpočet tepelných ztrát, výpočet tepelných ztrát .....</b>	<b>6</b>
3.1.      O výpočetních programech obecně .....	6
3.2.      Popis funkce výpočetního programu PROTECH .....	6
3.3.      Popis funkce výpočetního programu DEK .....	7
3.4.      Výběr vhodného software .....	9
3.5.      Výpočty a vyhodnocení tepelných ztrát rodinného domu .....	9
3.6.      Možnosti výpočtu otopných zařízení .....	10
3.7.      Postup výpočtu tepelných ztrát podle ČSN 06 0210 .....	11
3.8.      Postup výpočtu tepelných ztrát podle normy ČSN EN 12831 .....	13
3.9.      Srovnání norem ČSN 06 0210 a ČSN EN 12831 .....	14
<b>4. Základní pojmy pro energeticky nenáročné budovy .....</b>	<b>15</b>
4.1.      Referenční budova .....	15
4.2.      Nízkoenergetické budovy .....	15
4.3.      Konstrukce stěn, střechy a výplně otvorů .....	16
4.4.      Střecha .....	16
4.5.      Výplně otvorů .....	16
4.6.      Obecně o možnostech vytápění .....	17
<b>5. Srovnání jednotlivých typů vytápění .....</b>	<b>20</b>
5.1.      Kotle na tuhá paliva .....	20
5.1.1.   Trendy v ekologizaci z pohledu emisních požadavků pro kotle na tuhá paliva .....	20
5.2.      Dřevo .....	21
5.2.1.   Kotle na dřevo .....	21
5.3.      Uhlí .....	22

5.3.1.	Automatický kotel na uhlí .....	22
5.4.	Pelety .....	23
5.4.1.	Kotel na spalování pelet .....	24
5.5.	Zemní plyn .....	25
5.5.1.	Možnosti vytápění zemním plynem .....	25
5.5.1.1.	Lokální vytápění .....	25
5.5.1.2.	Centrální vytápění .....	25
5.6.	Elektrické vytápění .....	27
5.6.1.	Elektrický přímotopný zdroj .....	27
5.6.2.	Elektrický akumulční zdroj .....	27
5.6.3.	Tepelné čerpadlo .....	27
5.6.4.	Distribuce tepla .....	30
5.6.5.	Přenos tepelné energie .....	30
5.6.6.	Jednotlivé typy elektrického vytápění .....	30
5.7.	Solární energie .....	31
5.8.	Výhody a nevýhody jednotlivých vytápění .....	33
5.9.	Srovnání nákladů na vytápění u jednotlivých typů vytápění .....	34
<b>6.</b>	<b>Volba vhodného druhu pro vytápění a ohřev TUV - varianty a vyhodnocení pomocí multikriteriální analýzy .....</b>	<b>35</b>
6.1.	Možnosti vhodného návrhu druhu vytápění .....	35
6.2.	Varianty vytápění navrhovaného domu .....	35
6.2.1.	Varianta 1 - TČ země/voda (zemní kolektor) .....	35
6.2.2.	Varianta 2 – TČ vzduch/voda .....	40
6.2.3.	Varianta 3 – Elektrické přímotopné vytápění .....	44
6.2.4.	Varianta 4 – Elektrický kotel s akumulčním zásobníkem .....	45
6.3.	Vyhodnocení podle multikriteriální analýzy .....	47
6.3.1.	Metoda váženého součtu – WSA .....	48
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>53</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>56</b>



## Seznam použitých symbolů a zkratek

CO	oxid uhelnatý
CDA	metoda shody a neshody (Concordance Discordance Analysis).
$c_v$	objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě 0 °C ( $J \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}$ )
ČEZ	Český energetický závod
ČR	Česká republika
DPH	daň z přidané hodnoty
D56	označení sazby elektrické energie
$e_k, e_l$	korekční činitele vystavení povětrnostním vlivům (-)
ENB	energetická náročnost budov
ENRB	energetická náročnost referenční budovy
EU	Evropská unie
EVP	energeticky vztažná plocha
$f_1$	kritérium pro investiční náklady (Kč)
$f_2$	kritérium pro provozní náklady (Kč)
$f_3$	kritérium pro životnost (rok)
FeZn	pozinkované železo
HDO	hromadné dálkové ovládání
$H_T$	měrná tepelná ztráta objektu prostupem ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_{T, ie}$	tepelná ztráta prostupem přímo do venkovního prostředí ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_{T, ig}$	tepelná ztráta prostupem do zeminy ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_{T, ij}$	tepelná ztráta prostupem přes prostor na výrazně jinou teplotu ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_{T, iue}$	tepelná ztráta prostupem přes nevytápěný prostor ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_V$	měrná tepelná ztráta objektu větráním ( $W \cdot K^{-1}$ )
$H_{V, i}$	součinitel tepelné ztráty větráním ( $W \cdot K^{-1}$ )
IPA	metoda ideálních bodů (Ideal Points Analysis)
K	Kelvin
l	Litr
$l_l$	délka tepelného mostu (m)
$l_{pot}$	délka potrubí zemního kolektoru (m)
$m^2$	metr čtvereční
MCA	multikriteriální analýza (multi criteria analysis)
MCA 7	software pro výpočet multikriteriální analýzy
mm	milimetr
$n$	počet osob v domácnosti (-)
n50	tlakový spád 50 Pa
ND	nízkoenergetický dům
$n_{min}$	minimální intenzita výměna venkovního vzduchu za hodinu ( $h^{-1}$ )
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíku

NP	nadzemní podlaží
$P_1$	přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí (-)
$P_2$	přirážka na urychlení zátoku (-)
$P_3$	přirážka na světovou stranu (-)
Pa	Pascal
PD	pasivní dům
PDF	Portable Document Format
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
PMV	udává stupeň tepelného nepohodlí (Predicted Mean Vote)
$Q_{CTČ}$	výsledný potřebný jmenovitý výkon TČ (W)
$Q_{CTČ}$	jmenovitý tepelný výkon tepelného čerpadla země/voda (W)
$Q_{ELKAB}$	jmenovitý tepelný výkon elektrických topných kabelů (W)
$Q_{Ext}$	extrakční kapacita na jeden metr délky potrubí dle normy VDI 4640 (W)
$Q_{H, nd}$	celkové tepelné ztráty domu (W)
$Q_k$	jmenovitý tepelný výkon tepelného čerpadla (W)
$Q_{WW}$	tepelný výkon potřebný pro ohřev teplé užitkové vody (W)
$q_z$	měrný výkon získaný z půdy ( $W \cdot m^2$ )
$S_j$	plocha ochlazované stěny ( $m^2$ )
$S_k$	plocha stavební části ( $m^2$ )
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
SW	software
TČ	tepelné čerpadlo
$t_e$	vnější návrhová zimní extrémní teplota (°C)
$t_i$	vnitřní převažující návrhová teplota (°C)
TOC	celkový organický uhlík
TOPSIS	metoda minimalizace od ideální varianty (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
TUV	teplá užitková voda
TV	teplá voda
TZB	technické zařízení budov
$U_k$	součinitel prostupu tepla stavební části ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )
$U_w$	součinitele prostupu tepla pro malé a velké okno
$V_i$	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru ( $m^3 \cdot h^{-1}$ )
$V_V$	objemový tok větracího vzduchu ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )
W	Watt
WSA	metoda váženého součtu (Weighted Sum Approach)
$\alpha$	tepelná propustnost (-)
$\alpha_c$	průměrný součinitel prostupu tepla všech stěn místnosti (-)
$\alpha_j$	součinitel prostupu tepla ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )
$\vartheta_e$	výpočtová venkovní teplota pro určitou oblast daná normou (°C)

$\vartheta_{ej}$	teplota na vnější straně j-té stěny (°C)
$\vartheta_i$	požadovaná vnitřní teplota (°C)
$\vartheta_i$	výpočtová vnitřní teplota (°C)
$\vartheta_{int, i}$	výpočtová vnitřní teplota (°C)
$\vartheta_p$	účinná teplota okolních ploch (°C)
$\vartheta_v$	teplota okolního vzduchu (°C)
$\Phi_c$	celková tepelná ztráta (W)
$\Phi_{HL, i}$	navrhovaný tepelný výkon (W)
$\Phi_i$	tepelná ztráta prostupem a větráním (W)
$\Phi_M$	vnitřní produkce tepla (W)
$\Phi_O$	základní tepelná ztráta prostupem tepla (W)
$\Phi_p$	tepelné ztráty prostupem stěnami (W)
$\Phi_{RH, i}$	zátopový výkon nutný při přerušovaném vytápění (W)
$\Phi_{T, i}$	tepelná ztráta prostupem konstrukcí (W)
$\Phi_{T, i}$	navrhovaná ztráta prostupem konstrukcí (W)
$\Phi_v$	tepelné ztráty větráním (W)
$\Phi_{V, i}$	tepelná ztráta větráním (W)
$\Phi_{V, i}$	navrhovaná tepelná ztráta větráním (W)
$\Phi_Z$	tepelný zisk (W)
$\psi_l$	činitel prostupu tepla tepelného mostu ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

## Seznam ilustrací

Obr. č. 1. Půdorys 1 NP.....	4
Obr. č. 2. Pohled na přední část domu.....	4
Obr. č. 3. Pohled na boční část domu.....	5
Obr. č. 4. Řez domem.....	5
Obr. č. 5. Ukázka přehledu konstrukcí v programu Protech (modul TV).....	7
Obr. č. 6. Model domu – vytápěná část.....	8
Obr. č. 7. Model domu – nevytápěná část.....	8
Obr. č. 8. Ukázka zadávání skladby konstrukce obvodové stěny v programu DEK (modul tepelná technika).....	9
Obr. č. 9. Průkaz energetické náročnosti počítané budovy.....	10
Obr. č. 10. Vertikální rozložení teplot v místnosti při různých způsobech vytápění [5].....	18
Obr. č. 11. Oblast tepelné pohody [5].....	19
Obr. č. 13. Vysušování dřeva a průběh snižování vlhkosti [4].....	22
Obr. č. 14 Řez automatickým kotlem na uhlí [6].....	23
Obr. č. 15. Řez automatickým kotlem na pelety se zásobníkem [9].....	24
Obr. č. 16. Řez kondenzačním plynovým kotlem [12].....	26
Obr. č. 17. Plošný kolektor TČ země/voda [17].....	29
Obr. č. 18. Schéma zapojení solárního systému v objektu [18].....	32
Obr. č. 19. Graf znázorňující srovnání ročních nákladů na vytápění u jednotlivých typů vytápění [22].....	34
Obr. č. 20. Schéma zapojení tepelného čerpadla se zemním kolektorem [21].....	36
Obr. č. 21. TČ Vaillant geoTHERM plus VWS (země/voda) s integrovaným nerezovým zásobníkem TV [24].....	38
Obr. č. 22. Princip funkce TČ vzduchu/voda [26].....	41
Obr. č. 23. TČ Vaillant geoTHERM plus VWL (vzduch/voda) s integrovaným nerezovým zásobníkem TV [27].....	42
Obr. č. 24. Řez dvoužilovým topným kabelem ADPSV [31].....	44
Obr. č. 25. Elektrický kotel RAY12K bez krytu [28].....	46
Obr. č. 26. Fullerův trojúhelník [32].....	49
Obr. č. 27. Graf ohodnocení multikriteriální analýzou metodou WSA.....	50

## Seznam tabulek

Tab. č. 1. Přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí $p_1$ .....	12
Tab. č. 2. Výše přírážky $p_3$ podle světové strany .....	12
Tab. č. 3. Přehled povinností souvisejících s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva pro vytápění domácností (do 500 kW) .....	20
Tab. č. 4. Srovnání výhod a nevýhod jednotlivých vytápění .....	33
Tab. č. 5. Typické hodnoty měrných tepelných toků pro zemní kolektory [20] .....	37
Tab. č. 6. Technické parametry TČ Vaillant VWS 63/3 [24] .....	39
Tab. č. 7. Orientační cenový přehled jednotlivých součástí včetně zemního kolektoru [25] ...	39
Tab. č. 8. Technické parametry TČ Vaillant VWL 83/3 [24] .....	43
Tab. č. 9. Orientační cenový přehled jednotlivých součástí TČ [25] .....	43
Tab. č. 10. Orientační cenový přehled systému otopné soustavy topnými kabely [31] .....	45
Tab. č. 11. Technické parametry elektrického kotle Protherm RAY12K [28] .....	47
Tab. č. 12. Orientační investiční náklady na pořízení elektrického kotle Protherm RAY12K [30] .....	47
Tab. č. 13. Tabulka variant a hodnotících kritérií .....	48
Tab. č. 14. Vypočtené váhy jednotlivých kritérií pomocí Fullerova trojúhelníka .....	49
Tab. č. 15. Vyhodnocení variant metodou WSA .....	50

# 1. Úvod

Nezbytnou součástí budovy je jeho vytápění, což nám dokazuje i historie v dějinách lidského stavění, kde byl kladen důraz především na ochranu před povětrnostními vlivy. Ale už tenkrát se stavitelé snažili použít cizí energii. Hlavním záměrem bylo využít sluneční energii, čemuž odpovídalo řešení staveb, které se zachovalo i do dnešních trendů stavitelství. Jak se můžeme dočíst, tak už Sokrates se vyjádřil ke stavbě domů se slovy: „*Ideální dům je v létě chladný a v zimě teplý*“ [1]. Podle tohoto konceptu se při návrhu a stavbě domů snažím postupovat, aby byla zajištěna optimální tepelná pohoda vnitřního prostředí domu. Důležitým faktem je také to, že alespoň polovinu svého života strávíme doma, tedy v bytě nebo domě, a proto je našim záměrem požadovat tepelnou pohodu a komfort.

V dnešní době se při návrhu domů snažíme navrhnout především nízkoenergetické budovy. Název nízkoenergetická budova znamená, že se jedná o budovu pro běžné účely se zvláště nízkou spotřebou energie.

V diplomové práci se zabývám návrhem vytápění pro rodinný dům. K tomuto návrhu je nezbytná znalost tepelné techniky obecně, ale také zásady a znalost programů pro výpočet tepelných ztrát domu. V diplomové práci se mimo jiné zaměřuji na výběr softwaru, který je vhodný pro použití při výpočtu tepelných ztrát domu.

Značně důležitým faktorem je ekologie. Proto je nutné navrhnout vytápění i s přihlédnutím na tuto skutečnost. Kotle na pevná paliva musí splňovat emisní normy, aby byly vhodné k používání. I touto problematikou se v práci zabývám. Srovnání finančních nákladů na používání určitého druhu vytápění provádím formou grafu tak, aby bylo zřejmé, jaký zdroj vytápění a typ je nejvýhodnější.

Závěrečná část diplomové práce je věnována jednomu z hlavních cílů celé práce. Jedná se o návrh variant vytápění pro konkrétní řešený rodinný dům. Vyhodnocení je provedeno pomocí multikriteriální analýzy - metodou váženého součtu.

## **2. Popis domu, výkresová dokumentace, použité materiály**

### **2.1.1. Architektonické řešení - kompozice tvarového řešení**

Dům bude řešen jako jednopodlažní, nepodsklepený. Základy budou navrženy jako dvoustupňové, základový pás z prostého betonu a na něm kopule ztraceného bednění, v nichž bude vložena výztuž a budou zality betonem. Stavba bude zastřešena příhradovými vazníky se sklonem 22 °. Střecha bude zateplena nad krokviemi tepelnou izolací z minerálních vláken. Jako střešní krytina bude použita betonová střešní taška. Svislou nosnou konstrukci bude tvořit keramické zdivo Porotherm. Fasáda bude zateplena pomocí tepelné izolace Baumit Open. Vodorovnou konstrukci bude tvořit zavěšený sádkartonový podhled, na kterém bude tepelná izolace z minerální vlny. Dům bude obdélníkového tvaru, kde půdorysná plocha odpovídá tvaru L.

### **2.1.2. Materiálové řešení**

Povrchová úprava fasády bude probarvovaná silikonová omítka v kombinaci s kamenným obkladem. Na soklovou část bude použita soklová probarvovaná omítka. Výplně stavebních otvorů budou z hliníkových profilů zasklených izolačním trojsklem.

### **2.1.3. Stavební řešení, konstrukční a materiálové řešení**

Konstrukce domu bude zděný stěnový systém z keramických tvárnic Porotherm. Základová deska bude vyztužena kari sítí. Obvodové nosné zdi budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem Baumit Open.

### **2.1.4. Dispoziční a provozní řešení**

Vstup domu bude orientován na severovýchod. Obývací pokoj a kuchyň budou situovány na jihovýchodní stranu. Po vstupu do domu bude po levé straně chodby umístěno WC a technická místnost, dále po levé straně bude navazovat chodba k pokojům, pracovně, koupelně a ložnice s vlastní šatnou a koupelnou. Po pravé straně po vstupu do domu bude umístěná garáž. V zadní části domu na jihovýchodní straně se bude nacházet obývací pokoj s kuchyní a stolováním. Dále bude na jihovýchodní straně umístěna technická místnost se samostatným vstupem z venku. Obytné místnosti v domě budou přirozeně osvětleny a větrány.

### **2.1.5. Konstrukční a stavebně technické řešení**

Obvodové, vnitřní nosné zdivo schodiště bude uloženo na základové pásy. Základová spára bude v nezámrzé hloubce 0,9 m. Základové pásy budou navrženy jako dvoustupňové. Šířka spodního stupně základových pásů z prostého betonu bude 600 mm, výška 600 mm. Druhý stupeň základových pásů bude z tvárnic ztraceného bednění vyplněných betonem v tloušťce 400 mm. Beton bude vyztužen svislou výztuží 2 x Ø 12 mm a vodorovnou výztuží v každé spáře 2 x Ø 8 mm. V základových konstrukcích budou provedeny všechny potřebné prostupy pro jednotlivé přípojky a vedení. Před

betonáží bude položen uzemňovací pás FeZn 30/4 mm. Z tohoto pásu budou vyvedeny vývody pro hromosvody a pro uzemnění rozvaděče.

### **2.1.6. Izolace spodní stavby**

Hydroizolace proti zemní vlhkosti a radonu bude provedena z asfaltového pásu 2 x Icopal Parafor Solo S. Tento pás bude nataven na podkladní beton. Nad úroveň upraveného terénu se vytáhne hydroizolace přes zpětný spoj do výšky min. 350 mm nad upraveným terénem.

### **2.1.7. Svislé konstrukce**

Nosné obvodové zdivo bude z keramických tvárnic Porotherm 30 Profi Dryfix a zdící pěny Porotherm Dryfix. Vnitřní zdivo bude z keramických tvárnic Porotherm 19 AKU zděné na lepidlo. Příčky budou provedeny z keramických tvárnic Porotherm 11,5 AKU zděné na lepidlo. Zdivo bude ztuženo železobetonovým věncem. Obvodové stěny budou doplněny tepelnou izolací k překladu EPS Baunit v tloušťce 80 mm, krytou tenkovrstvou silikonovou omítkou.

### **2.1.8. Vodorovné konstrukce**

Strop nad 1. NP bude proveden pomocí zavěšeného sádkartonového podhledu, který bude zateplen tepelnou izolací z minerální vlny.

### **2.1.9. Zastřešení**

Dům bude zastřešen pomocí příhradových vazníků se sklonem 22 °. Vazníky budou položeny na železobetonový věnec. Střešní konstrukce bude zateplena nad krokviemi. Oplechování střechy bude provedeno z plechu Rheinzink. Odvětrání podkrovního prostoru bude zajištěno hřebenem (větrací pás) a dále budou u okapu doplněny do bednění větrací mřížky se sítíčkou.

### **2.1.10. Podlahy**

Pod tepelnou izolací bude provedena samonivelační stěrka. Na tepelné izolaci bude provedena PE fólie a anhydritová litá podlaha tloušťky 70 mm.

Na konstrukci podlahy bude uložena finální nášlapná vrstva podlahy. Na vnitřních stěnách bude provedena interiérová tenkovrstvá omítka. Na tvárnice z venkovní strany bude provedena silikonová probarvovaná omítka. Vnitřní výmalba bude provedena disperzními barvami.

### **2.1.11. Výplně otvorů**

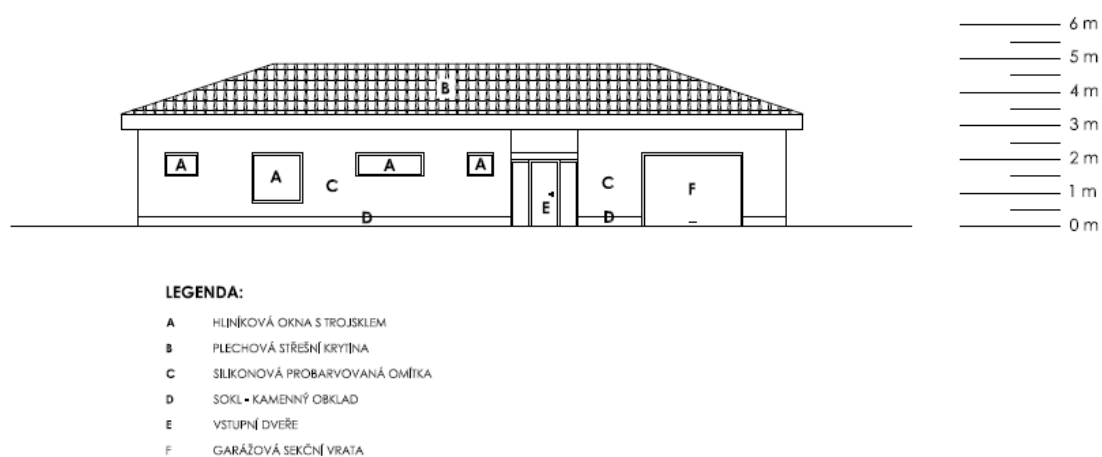
Okenní výplně budou obstarány hliníkovými okny s izolačním trojsklem. Vstupní dveře budou navrženy s hliníkovou rámovou konstrukcí křídla.



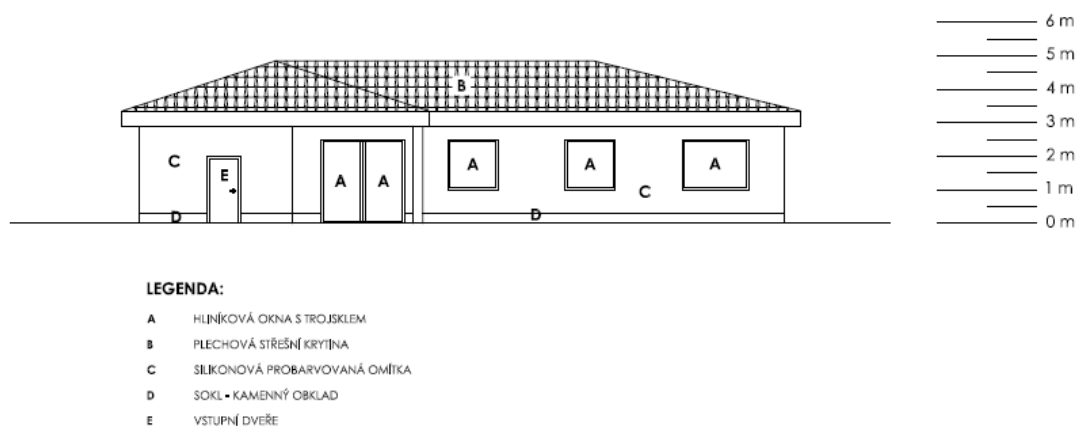
## 2.2. Výkresová dokumentace



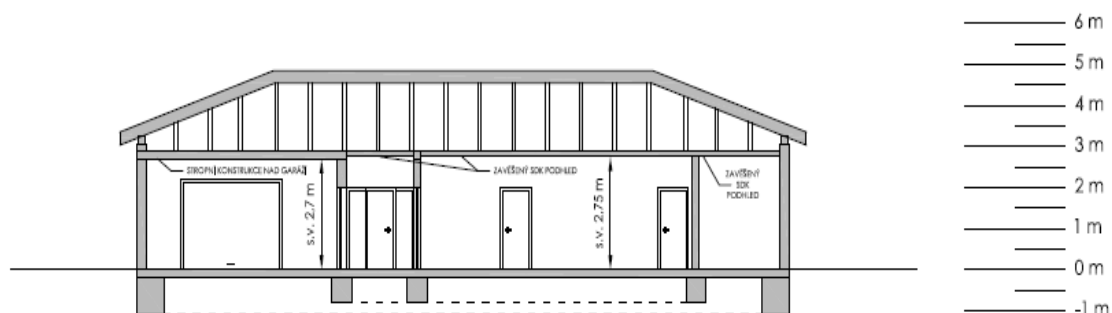
Obr. č. 1. Půdorys 1 NP



Obr. č. 2. Pohled na přední část domu



Obr. č. 3. Pohled na boční část domu



Obr. č. 4. Řez domem

### **3. Výběr vhodného software pro výpočet tepelných ztrát, výpočet tepelných ztrát**

Jedním z cílů mé diplomové práce je výběr vhodného software pro výpočet tepelných ztrát. Základem je vybrat užší seznam těchto speciálních software. K tomu mi pomohly recenze odborných firem na jednotlivé produkty a jejich zkušenosti. Nicméně samotné posouzení jsem si udělal sám a vybral jsem do konečného hodnocení dva programy.

#### **3.1. O výpočetních programech obecně**

K výpočtu tepelných ztrát můžeme přistoupit dvěma způsoby. Buď zvolíme metodu s použitím výpočetního programu nebo výpočet ruční (manuální). U metody výpočetního programu dosáhneme lepších a přesnějších výsledků. Po zadání vstupních informací v uživatelském prostředí jsme schopni dospět relativně v krátkém čase k výsledkům.

#### **3.2. Popis funkce výpočetního programu PROTECH**

Firma Protech je producent software pro oblast hodnocení energetické náročnosti budov a TZB. Jejich nabídku tvoří rozsáhlý soubor vzájemně propojených programů a modulů. Výpočty jsou zajištěny jednou z největších databází technických a výpočtových parametrů výrobků, z velké části podporované a doplňované ve spolupráci s jednotlivými výrobci a dodavateli.

PROTECH patří v České republice k nejrozšířenějšímu software pro uvedenou oblast. O tom svědčí 4500 licencí v ČR, 600 licencí na Slovensku a asi 1500 uživatelů firemních verzí programů PROTECH. Programy jsou průběžně doplňovány a rozšiřovány v návaznosti na legislativu a vývoj nových výpočtových norem. [5]

##### **Produkty**

Nabídka pokrývá oblast hodnocení budov a technických zařízení budov. Je-li to pro vlastní praxi potřeba, jsou programy buď přímo nebo nepřímo propojeny, aby bylo možné výstup z jednoho programů převzít jako vstup do navazujícího programu.

Lze vybrat programy, které jsou orientovány jen na hodnocení energetické náročnosti budov, nebo sestavit topenářskou linku počínaje výpočtem tepelných ztrát, dimenzováním otopných těles nebo podlahových smyček, návrhem vlastní otopné soustavy a v závěru kontrolou spalínové cesty v programu Komín.

Práce s programy je podporována rozsáhlou databází výrobků, která je udržována ve spolupráci s dodavateli. [5]

##### **Práce s programem**

V uživatelském rozhraní se začíná klasickým vyplněním nové zakázky, včetně vypsání všech údajů o budově a kde se nachází. Jako další se musí nakonfigurovat konstrukce, které jsou použity. Co se týká množství nabídky materiálů, tak je obsáhlá. Knihovny lze rozšířit. Nicméně při zadávání konstrukcí mi schází uživatelsky přehledná nabídka, kde by bylo možné zadat celou skladbu konstrukce včetně všech materiálů, které celá skladba obsahuje. Tím se dostávám asi k největšímu nedostatku tohoto

programu, protože takto zadávat postupně každý materiál je velice zdlouhavé. Navíc, když to mohu posoudit s konkurencí. Další záložku tvoří karta místnost. V této kartě je potřeba definovat každou místnost zvlášť na základě definovaných parametrů jednotlivých konstrukcí. Po zadání všech požadovaných parametrů je možné přistoupit k výpočtu.

TV 4.2.7 - Licence: 977400, Martin Závodný - Příbor  
Soubor Úpravy Budova Katalogy Nástroje Okno Nápověda

C:\Users\zavodn\Documents\PROTECH\TV\Zakazky\diplomka.STV

Údaje o budově Konstrukce Vazby Místnosti Výběr

☐ Hodnocení konstrukcí podle STN 73 0542:2002

OK	IDTK	UN20arch W/(m <sup>2</sup> ·K)	ZZ	PZ	V2	V2?	HZ	Podpora	U(V1) W/(m <sup>2</sup> ·K)	U(V2) W/(m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>ekv</sub> (V1) W/(m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>ekv</sub> (V2) W/(m <sup>2</sup> ·K)	UN W/(m <sup>2</sup> ·K)	UN <sub>ekv</sub> W/(m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>rec</sub> W/(m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>pas,h</sub> W/(m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>pas,d</sub> W/(m <sup>2</sup> ·K)	e1
S01	101.2	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,160	0,160			0,30		<b>0,25</b>	0,18	0,12	1,0
SN1	121.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,380	0,380			0,60		<b>0,40</b>	0,30	0,20	1,0
PDL1	212.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,380	0,380			0,45		<b>0,30</b>	0,22	0,15	1,0
STR1	156.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,140	0,140			0,30		<b>0,40</b>	0,30	0,20	1,0
DO1	241.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,080	1,080			1,70		<b>1,20</b>	0,90	0,00	1,0
DO2	241.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,080	1,080			3,50		<b>1,20</b>	0,90	0,00	1,0
DO3	242.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,080	1,080			3,50		<b>2,30</b>	1,70	0,00	1,0
OJT1	230.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,900	0,900			1,50		<b>1,20</b>	0,80	0,60	1,0
OJT2	230.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,900	0,900			1,50		<b>1,20</b>	0,80	0,60	1,0
OJT3	230.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,900	0,900			1,50		<b>1,20</b>	0,80	0,60	1,0
OJT4	230.0	0,00 0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,900	0,900			1,50		<b>1,20</b>	0,80	0,60	1,0

Otevřít  
Nová  
Duplikovat  
Hledat  
Úpravy  
IDTK  
Označení druhé varianty  
2  
☒ Zvýraznění

SEZNAM V1/V2

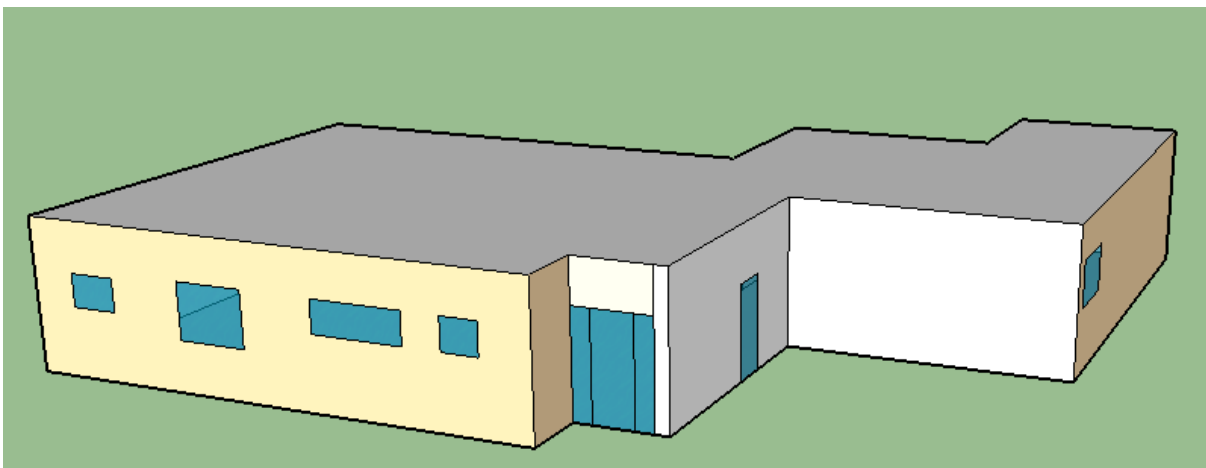
Obr. č. 5. Ukázka přehledu konstrukcí v programu Protech (modul TV)

### 3.3. Popis funkce výpočetního programu DEK

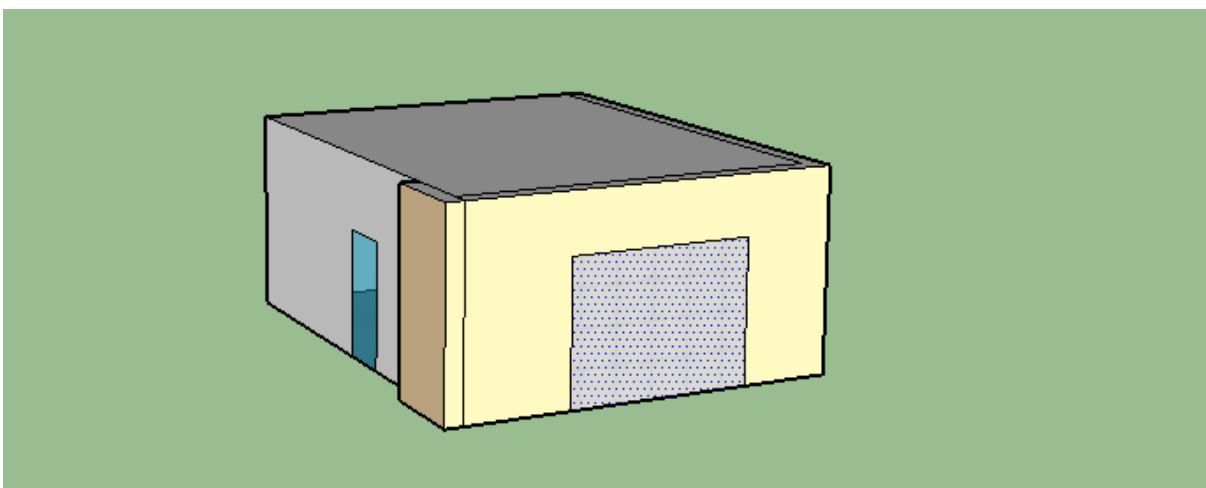
Webový portál DEKSOFT nabízí komplexní řešení pro výpočty, správu zakázek a sdílení technického poznání v oblasti stavební fyziky a energetiky. Vývojáři postupně vyvíjejí kompletní sadu výpočetních aplikací i dalších pomůcek pro práci. [3]

#### Práce s programem

Hned v úvodu práce s tímto programem nás uvítá hezké uživatelské grafické prostředí. Máme na výběr z několika modulů. Já jsem pracoval ve dvou modulech. Konkrétně v modulu „tepelná technika“ a „energetika“. Právě v těchto modulech se nachází funkce zadávání jednotlivých konstrukcí. Ke každé konstrukci je možné přiřadit celou skladbu materiálů, které vyberu z nabídky. Nabídka materiálů ve studentské verzi je oproti plné firemní verzi menší. Nicméně materiály se dají snadno přidat do nabídky s využitím katalogových technických listů na webových stránkách výrobce daných materiálů. Při zadávání vrstev jednotlivých konstrukcí je v tomto programu názorně graficky vidět tloušťka jednotlivých vrstev skladby konstrukce. Všechny do teď napsané operace v tomto programu se zpracovávaly v modulu „tepelná technika“, včetně informací o budově, poloze umístění domu a rozdělení domu na vytápěnou a nevytápěnou část. Abych mohl pokračovat do modulu „energetika“ je nutné si zakreslit model domu ve vhodném programu tak, aby bylo možné z něj jednoduše odečítat plochy a objemy jednotlivých vytápěných a nevytápěných ploch a prostorů. Tento model jsem vypracoval v programu SketchUp 2016.

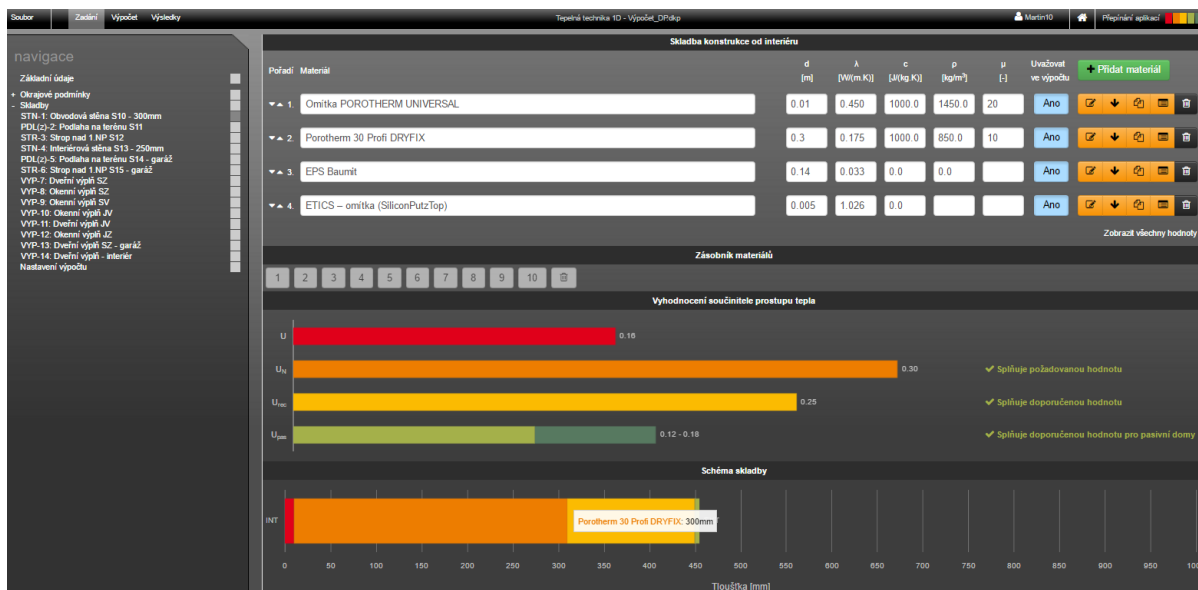


Obr. č. 6. Model domu – vytápěná část



Obr. č. 7. Model domu – nevytápěná část

Jak napovídá popis obrázku je model rozdělen na vytápěnou a nevytápěnou část. Nyní je možné přistoupit k zadávání parametrů v modulu „energetika“. Zde je nutné vyplnit všechny potřebné plochy a objemy. Nicméně vše je uděláno uživatelsky přehledně. I kdyby nastal problém, vše je perfektně napsáno v manuálu, případně je k dispozici online podpora. Na závěr před výpočtem se zadává typ zdroje vytápění a jeho výkon. Program dokáže porovnat i měsíční nebo roční náklady na vytápění jednotlivých typů vytápění, jestliže bude zadána cena za jednotku žádané energie. Pakliže je vše zadáno, tak se může přejít k samotnému výpočtu, který probíhá kompletně na výpočetních serverech společnosti DEK, což je velká výhoda, neboť není vůbec zatěžován výkon počítače, na kterém zrovna pracuji. Další výhodou je neustálé ukládání projektu na serverové úložiště, čímž je determinována možnost poruchy na počítači. Po spuštění výpočtu program vygeneruje čtyři PDF protokoly včetně štítku PENB. Tyto protokoly jsou v příloze I diplomové práce. Jsou v nich uvedeny všechny výsledky a zadávané hodnoty.



Obr. č. 8. Ukázka zadávání skladby konstrukce obvodové stěny v programu DEK (modul tepelná technika)

### 3.4. Výběr vhodného software

Jak už vyplynulo z předchozí podkapitoly, byl jsem s programem od společnosti DEK nadmíru spokojen. Líbí se mi dokonalé grafické zpracování, technické provedení a uživatelské prostředí. Program od firmy Protech má dle mého názoru více nevýhod. Na druhou stranu, ale obsahuje moduly, které jinde nenajdeme: např. (výpočet komínu, návrh otopných soustav, aj.).

Jelikož mým cílem bylo navrhnout vhodný druh vytápění novostavby rodinného domu, tak jsem potřeboval hlavně spočítat tepelné ztráty domu a pro tento účel mi komplexně lépe posloužil program od společnosti DEK.

### 3.5. Výpočty a vyhodnocení tepelných ztrát rodinného domu

Pro novostavbu rodinného domu jsem pomocí výpočetních programů došel k následujícím výsledkům, jejichž celé znění (včetně všech protokolů) je součástí přílohy II diplomové práce. Nyní shrnu nejdůležitější body vypočtených výsledků. Rodinný dům stojí v místě, kde zatím není žádná zástavba. Celková energeticky vztahná plocha budovy činí: 207,1 m<sup>2</sup>. Rodinný dům je rozdělen na vytápěnou a nevytápěnou část. Jako vnější návrhová zimní extrémní teplota byla pro tuto oblast definována teplota: -14 °C. Vnitřní převažující návrhová teplota v budově činí: 20 °C. Celkový obestavěný objem z vnějších rozměrů činí: 676 m<sup>3</sup>. K domu je přivedena příjezdová cesta a také k němu náleží zahrada o ploše 600 m<sup>2</sup>.

#### Teplotní parametry:

- požadovaná teplota pro režim vytápění: 20 °C
- požadovaná teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu: 18 °C

**Měrná tepelná ztráta objektu prostupem:**

$$H_T = 148,96 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Měrná tepelná ztráta objektu větráním:**

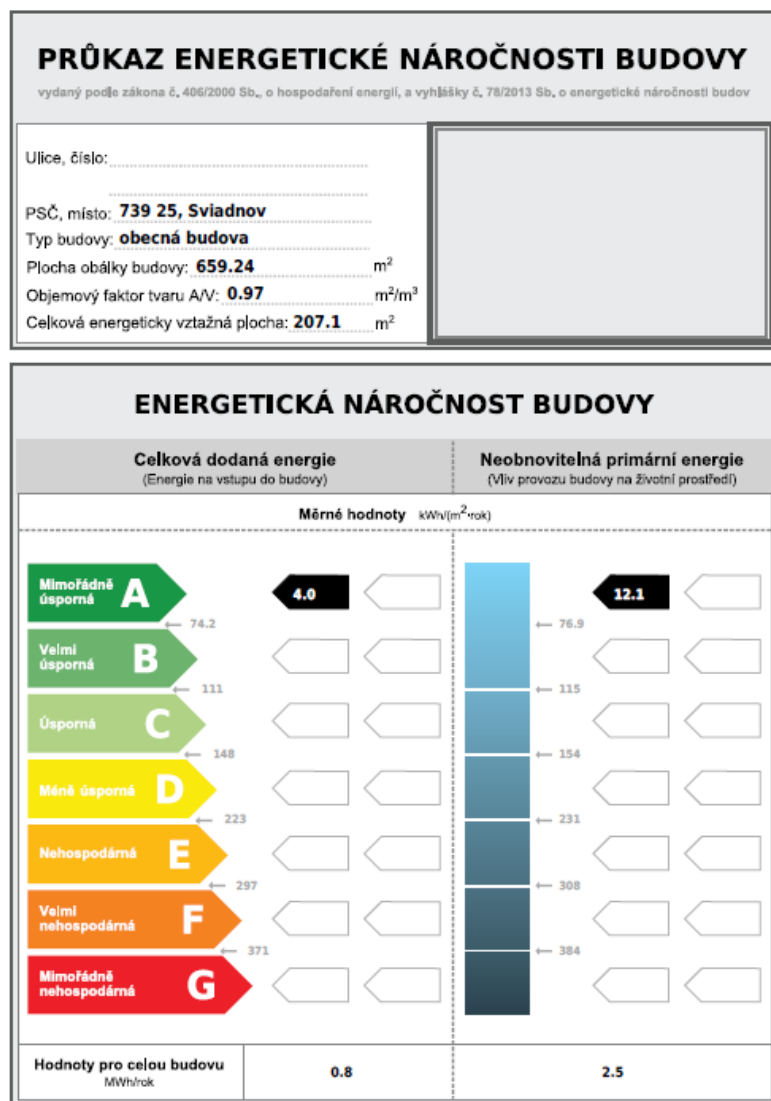
$$H_V = 49,43 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Tepelná ztráta budovy:**

$$\Phi_{H,nd} = (H_T + H_V) \cdot (t_i - t_e) = (148,96 + 49,43) \cdot (20 - (-14)) = 6745 \text{ W} \quad (1)$$

$t_i$  – vnitřní převažující návrhová teplota (°C)

$t_e$  – vnější návrhová zimní extrémní teplota (°C)



Obr. č. 9. Průkaz energetické náročnosti počítané budovy

### 3.6. Možnosti výpočtu otopných zařízení

Abychom mohli dimenzovat otopnou soustavu, potřebujeme znát maximální hodnotu tepelných ztrát. O tepelných ztrátách můžeme psát jako o množství tepla, které projde z vnitřního prostředí

místnosti o teplotě  $\vartheta_i$  do chladnějšího venkovního prostředí s teplotou  $\vartheta_e$ . Otopnou soustavu potřebujeme dimenzovat na tuto nejnižší hodnotu v roce. Výpočet tepelných ztrát vychází z normy ČSN 06 0210 – výpočet tepelných ztrát budov, tato norma už je neplatná a tepelné ztráty se počítají podle nové ČSN EN 12831. V následujících podkapitolách chci poukázat na rozdíly těchto dvou norem.

Při návrhu elektrické otopné soustavy je potřeba posoudit vhodnost vytápění na základě vypočtených tepelných ztrát a spotřeby tepla na 1 m<sup>2</sup> obytné plochy. Avšak při návrhu ústředního vytápění je nezbytné pro výpočet tepelných ztrát znát následující:

- situační plán budovy tak, aby bylo zřejmé na jakou světovou stranu je budova orientovaná
- vzdálenost a výška okolních budov
- nadmořská výška, převládající směr a intenzita větru
- půdorysy jednotlivých podlaží budovy se všemi hlavními rozměry, včetně rozměrů oken a dveří
- řezy budovou s označením všech hlavních výšek
- údaje o materiálech a konstrukci stěn, podlah, stropů a střech pro zjištění nebo výpočet součinitele prostupu tepla
- údaje o materiálu a konstrukci oken a dveří potřebné k výpočtu tepelné ztráty prostupem a infiltrací
- údaje o využití jednotlivých místností pro určení vnitřní teploty  $\vartheta_i$
- popis zamýšleného způsobu vytápění jednotlivých místností

### 3.7. Postup výpočtu tepelných ztrát podle ČSN 06 0210

**Norma je od 1.9.2008 neplatná.**

Tato norma nám říká, že celková ztráta v místnosti  $\Phi_C$  je dána součtem tepelné ztráty prostupem stěnami  $\Phi_p$  a tepelné ztráty větráním  $\Phi_v$  snižená o trvalé tepelné zisky  $\Phi_z$ .

$$\Phi_C = \Phi_p + \Phi_v - \Phi_z \quad (W) \quad (2)$$

Při určení tepelné ztráty prostupem stěnami, musíme připočítat přírážky podle vztahu:

$$\Phi_p = \Phi_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (W) \quad (3)$$

$\Phi_o$ - základní tepelná ztráta prostupem tepla (W)

$p_1$ - přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí (-)

$p_2$ - přírážka na urychlení zátoku (-)

$p_3$ - přírážka na světovou stranu (-)

Základní tepelná ztráta  $\Phi_o$  je rovna součtu tepelných toků prostupem jednotlivými stěnami, ohraničujícími vytápěnou místnost, do venkovního prostředí nebo sousedních místností. [2]

$$\Phi_o = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot S_j \cdot (\vartheta_i - \vartheta_{ej}) \quad (W) \quad (4)$$

$S_j$ - plocha ochlazované stěny (m<sup>2</sup>)

$\alpha_j$ - součinitel prostupu tepla (W·m<sup>-2</sup>·K<sup>-1</sup>)

$\vartheta_i$ - výpočtová vnitřní teplota (°C)

$\vartheta_{ej}$ - teplota na vnější straně j-té stěny (°C)



Je-li u některé ze stěn teplota na vnější straně vyšší než teplota ve vytápěné místnosti, má tepelný tok touto stěnou zápornou hodnotu. V tomto případě jde o tepelný zisk  $\Phi_z$ , který zmenšuje základní tepelnou ztrátu  $\Phi_o$ .

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn  $p_1$  umožňuje zvýšení teploty vnitřního vzduchu tak, aby při nižší povrchové teplotě ochlazovaných stěn  $\vartheta_p$  bylo ve vytápěné místnosti dosaženo požadované vnitřní teploty  $\vartheta_i$ , pro kterou je základní tepelná ztráta počítána. Tato přirážka závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech stěn místnosti  $\alpha_c$ , který lze vyjádřit vztahem:

$$\alpha_c = \frac{\Phi_o}{\sum S \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e)} \quad (-) \quad (5)$$

$\sum S$  – celková plocha všech konstrukcí, které ohraničují vytápěnou místnost ( $\text{m}^2$ )

$\vartheta_e$  – výpočtová venkovní teplota pro určitou oblast daná normou ( $^{\circ}\text{C}$ )

Přirážka  $p_1$  na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí lze pak stanovit ze vztahu:

$$p_1 \sim 0,15 \cdot \alpha_c \quad (-) \quad (6)$$

Nebo se také může určit přibližně z tabulky:

Tab. č. 1. Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí  $p_1$

$\alpha_c (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$	do 0,1	0,1 – 0,9	0,9 – 1,5	1,5 - 2
$p_1 (-)$	0	0,03 - 0,12	0,15 - 0,21	0,25 – 0,3

S přirážkou na urychlení zátopy  $p_2$  se v bytové výstavbě, nemocnicích apod. počítá jen v případech, kdy ani při nejnižších venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění. Za normálních okolností se s přirážkou  $p_2$  nepočítá. Pro přerušovaný provoz se volí podle doby vytápění takto:  $p_2 = 0,1$  při denní době vytápění delší než 16 hodin,  $p_2 = 0,2$  při denní době vytápění kratší než 16 hodin. O výši přirážky na světovou stranu  $p_3$  rozhoduje poloha nejvíce ochlazované stavební konstrukce místnosti. Při více ochlazovaných konstrukcích je důležitá poloha jejich společného rohu. Hodnoty přirážky  $p_3$  udává následující tabulka:

Tab. č. 2. Výše přirážky  $p_3$  podle světové strany

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
$p_3 (-)$	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

A poslední nám zbývá tepelná ztráta větráním  $\Phi_v$ . Vyjadřuje ztrátu tepla způsobenou přirozeným větráním infiltrací nebo při nuceném podtlakovém větrání a vypočte se podle vztahu:

$$\Phi_v = c_v \cdot V_v \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e) \quad (\text{W}) \quad (7)$$

$c_v$  – objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $c_v = 1300 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$

$V_v$  – objemový tok větracího vzduchu ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

Pro dosažení nejpresnějších výsledků je nutno postupovat podle těchto postupů. Pokud bychom chtěli určit jen přibližně tepelné ztráty, tak si vystačíme s tabulkami, které nám udávají tepelné ztráty

na 1 m<sup>3</sup> vytápěného prostoru. Takto je v tabulce uvedeno pro každou místnost z domovní jednotky. Celková tepelná ztráta se pak rovná součtu tepelných ztrát jednotlivých místností. [2]

### 3.8. Postup výpočtu tepelných ztrát podle normy ČSN EN 12831

#### Aktuálně platná norma.

Tato norma stanoví postup výpočtu dodávky tepla nutné pro vytápění a dosažení potřebné vnitřní teploty. V této normě se počítá také s tepelnými mosty a nepočítá se s tepelnými zisky. Vycházím z následujícího vztahu:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (W) \quad (8)$$

$\Phi_i$  - tepelná ztráta prostupem a větráním (W)

$\Phi_{T,i}$  - navrhovaná ztráta prostupem konstrukcí (W)

$\Phi_{V,i}$  - navrhovaná tepelná ztráta větráním (W)

#### Tepelná ztráta prostupem a tepelné mosty

Jedná se o navrhovanou tepelnou ztrátu prostupem a určí se podle vztahu:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad (W) \quad (9)$$

$H_{T,ie}$  - tepelná ztráta prostupem přímo do venkovního prostředí (W·K<sup>-1</sup>)

$H_{T,iue}$  - tepelná ztráta prostupem přes nevytápěný prostor (W·K<sup>-1</sup>)

$H_{T,ig}$  - tepelná ztráta prostupem do zeminy (W·K<sup>-1</sup>)

$H_{T,ij}$  - tepelná ztráta prostupem přes prostor na výrazně jinou teplotu (W·K<sup>-1</sup>)

$\vartheta_{int,i}$  - výpočtová vnitřní teplota (°C)

$\vartheta_e$  - výpočtová venkovní teplota (°C)

Tepelný most je charakterizován lineárním činitelem prostupu tepla a také jeho délkou. Tepelný most charakterizuje tepelnou ztrátu prostupující stěnou v místě styku dvou různých konstrukcí. V této normě je nově zaveden. Tepelný most vyjadřuje následující vztah:

$$H_{T,ie} = \sum_k S_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad (W \cdot K^{-1}) \quad (10)$$

$S_k$  - plocha stavební části (m<sup>2</sup>)

$e_k, e_l$  - korekční činitele vystavení povětrnostním vlivům (-)

$U_k$  - součinitel prostupu tepla stavební části (W·m<sup>-2</sup>·K<sup>-1</sup>)

$l_l$  - délka tepelného mostu (m)

$\Psi_l$  - činitel prostupu tepla tepelného mostu (W·m<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>)

#### Tepelné ztráty větráním

Vychází se z rovnice:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad (W) \quad (11)$$

$H_{V,i}$  - součinitel tepelné ztráty větráním (W·K<sup>-1</sup>)

$\vartheta_{int,i}$  - výpočtová vnitřní teplota (°C)

$\vartheta_e$  - výpočtová venkovní teplota (°C)

Pro určení  $H_{V,i}$  je zapotřebí znát objem vzduchu ve vytápěném prostoru.

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad (\text{W} \cdot \text{K}^{-1}) \quad (12)$$

$V_i$  – výměna vzduchu ve vytápěném prostoru ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )

Aby bylo možné určit  $V_i$  je zapotřebí vědět, o jaké větrání se jedná. Jestli jde o přirozené nebo nucené větrání. Při přirozeném větrání je dostatečná výměna vzduchu dána infiltrací obvodovým pláštěm budovy v hygienickém množství vzduchu, který se musí vyměnit. [2]

$$V_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i \quad (\text{m}^3) \quad (13)$$

$n_{\min}$  - minimální intenzita výměna venkovního vzduchu za hodinu ( $\text{h}^{-1}$ )

$V_i$  - objem vytápěné místnosti ( $\text{m}^3$ )

Hodnota minimální výměny vzduchu je pro základní obytnou místnost  $0,5 \text{ h}^{-1}$  a pro koupelnu  $1,5 \text{ h}^{-1}$ .

Zbývá poslední krok a to navrhnout tepelný výkon:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (\text{W}) \quad (14)$$

$\Phi_{HL,i}$  - navrhovaný tepelný výkon (W)

$\Phi_{T,i}$  - tepelná ztráta prostupem konstrukcí (W)

$\Phi_{V,i}$  - tepelná ztráta větráním (W)

$\Phi_{RH,i}$  - zátopový výkon nutný při přerušovaném vytápění (W)

### 3.9. Srovnání norem ČSN 06 0210 a ČSN EN 12831

Hlavní rozdíl v těchto normách je tepelná ztráta přestupem konstrukcí, které se hlavně odlišuje přítomností nebo absencí tepelných mostů. Dalším prvkem, který normy odlišuje, je u normy ČSN EN 12831 absence tepelných zisků ve výpočtu, a to u trvalých nebo proměnných, kde trvalým můžeme rozumět jako přítomnost osob a proměnných jako sluneční záření.

Pro správné navržení zdroje tepla a dodržení optimálního poměru investice k provozním nákladům je nutno přistupovat detailně. Nejdůležitějším poznatkem při návrhu je v případě poddimenzování úspora investic na úkor vyšších provozních nákladů a opačně. [2]

## 4. Základní pojmy pro energeticky nenáročné budovy

Definice energetické náročnosti budov (dále ENB) je vypočtená hodnota množství energie potřebné pro pokrytí energie spojené s užíváním této budovy. Jedná se o vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení.

ENB charakterizují ukazatele ENB, a to:

- a) celková primární energie za rok
- b) neobnovitelná primární energie za rok
- c) celková dodaná energie za rok
- d) dílčí dodaná energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- e) průměrný součinitel prostupu tepla
- f) součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
- g) účinnost technických systémů.

Při plnění ENB se řídíme vyhláškou určeného souboru, kde jsou vypočteny ukazatele ENB. Tento výčet je proměnný a závisí na potřebě hodnocení a na požadovaných hodnotách ukazatelů energetické náročnosti referenční budovy (dále ENRB). Hodnoty požadované dle ukazatelů ENRB se musí vypočítat pro referenční budovu, která má referenční hodnoty vlastností předepsané podle platné vyhlášky. Postupy k výpočtu ke stanovení ENB a ENRB stanovuje vyhláška. Průkaz energetické náročnosti budovy dokládá ENB. Průkaz energetické náročnosti budovy (dále PENB) je dokument obsahující informace o energetické náročnosti budovy. Průkaz ENB platí 10 let od data vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy, pro kterou byl vypracován. Zpravidla bývá PENB vypracován energetickým specialistou. PENB se skládá ze dvou částí – z protokolu a z grafického vyjádření.

Při rozhodování o rozsahu a době uplatnění povinností ohledně ENB ze zákona a ke stanovení měrných hodnot ukazatelů ENB se užívá pojem: celková energeticky vztažná plocha (EVP) – jedná se o vnější půdorysnou plochu všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy. Dříve se jednalo o celkovou podlahovou plochu. [33]

### 4.1. Referenční budova

*„Referenční budova je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stíněněji okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typem typického užívání a klimatických údajů jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy.“ [33]*

### 4.2. Nízkoenergetické budovy

Charakteristika nízkoenergetického domu je už dle názvu napovídající a jedná se o budovu s nízkou potřebou tepla na vytápění. Toho se dosáhne zejména kvalitním optimalizovaným řešením obálky budovy. Nízkoenergetickou budovou se rozumí dům, jehož měrná potřeba tepla na vytápění nepřekračuje  $50 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

„Pasivní budovy jsou charakterizovány minimální potřebou tepla na vytápění. Měrná potřeba tepla na vytápění nepřekračuje v případě rodinných domů  $20 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ , v případě ostatních staveb  $15 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Povinně hodnocenou vlastností je celková průvzdušnost obálky podle ČSN EN 13829 a TNI 730329 a TNI 73330. Celková výměna vzduchu  $n_{50}$  při tlakovém spádu 50 Pa nesmí překročit hodnotu  $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ “. [33]

*„Název pasivní dům je odvozen od faktu, že tepelné ztráty jsou pokryty pasivními solárními zisky, vnitřními tepelnými zisky z provozu zařízení budovy, metabolickým teplem osob a rekuperací. V tuzemských klimatických podmínkách je v zimním období zapotřebí ještě malý zdroj tepla.“* [33]

### 4.3. Konstrukce stěn, střechy a výplně otvorů

Řešení konstrukčních prvků budovy, včetně obvodového pláště, se od běžné výstavby liší vyšší mírou zateplení. S tím souvisí i větší tloušťka konstrukce (300 – 500 mm). Vyšší nároky na zajištění vzduchotěsnosti a eliminaci, případně potlačení obvyklých tepelných mostů a vazeb.

Při návrhu a stavbě je potřeba uvažovat s udržitelností těchto vlastností po dobu životnosti stavby. A také dbát na životní prostředí. Pasivního standardu dosáhneme z libovolného stavebního materiálu. Některé jsou však s ohledem na výše uvedená kritéria vhodnější. [33]

### 4.4. Střecha

U nízkoenergetických domů je kladen důraz na tvarovou jednoduchost a nekomplikovaný odvod vody. Většinou se u těchto staveb používá plochých střech, které jsou jedno nebo více plášťové. Čím více, tím lépe. Hlavně je u střechy důležité, aby nebyla tvarově složitá, tím by se navýšily tepelné ztráty, případně prostupy tepla střechou by vedly k poruše funkce. U nízkoenergetického domu lze použít i střechu sedlovou. [33]

### 4.5. Výplně otvorů

Nejslabší článek obálky budovy jsou výplně otvorů. U běžné stavby znamenají 40 % tepelných ztrát, proto je dobré na tento fakt myslet. Okenní plocha vůči podlahové ploše či pobytové místnosti by měla splňovat poměr 1/6, aby byly splněny podmínky pro normy osvětlení. Pokud tento poměr překročí na osluněné straně 1/4 musí se zajistit účinné zastínění. I při výpočtu tepelných ztrát v porovnávaném software je zásadní, s jakou orientací vůči světovým stranám jsou okna situována. Je to důležité zejména kvůli poměru tepelných zisků a tepelným ztrátám v celoroční bilanci. Z toho plyne, že okna, která jsou situována na jih, mají bilanci aktivní, na západ a východ mají bilanci vyrovnanou. Bilance oken situovaných na sever je pasivní. Ideální stav by byl, pokud by okna situována na sever, v domě nebyla vůbec žádná nebo jen v redukované ploše. Neboť i nekvalitnější okna mají 4 – 5 x horší tepelné vlastnosti než sousedící plný obvodový plášť. Střešní okna jsou taktéž prvkem, který není v těchto stavbách doporučován. Výhodnější je návrh světlovodu s vloženým tepelně izolačním prvkem. Tepelné ztráty i cenu redukuje rovněž ponecháním pouze menších křídel, které lze otevřít, s přihlédnutím k běžné údržbě. Rámy oken, osazení a okraj zasklení mají podstatně horší tepelné technické vlastnosti než prosklené výplně (řešením může být použití bezrámového zasklení). Z toho vyplývá, že předložili výrobce certifikát se shodnou hodnotou součinitele prostupu tepla  $U_w$  pro malé a velké okno, byť shodné konstrukce, jde o hodnotu nevhodnou pro návrh ND a PD. Lepším a výhodnějším řešením

je navrhnout jedno velké okno místo tří malých o stejné ploše. Rozdíl v tepelné ztrátě okny je v řádu desítek procent. Klíčovým faktorem správné funkce okna je zabudování do konstrukce a korektní ošetření připojovací spáry. Okna v pasivním standardu kotvíme kotevními prostředky v rovině tepelné izolace, tedy vně nosné konstrukce. [33]

## 4.6. Obecně o možnostech vytápění

Základním úkolem vytápění je zajištění příznivých tepelných poměrů v období, kdy jsou klimatické podmínky takové, když je venkovní teplota nižší než požadovaná teplota v místnostech domu a bytu. Ale také v podmínkách, které způsobují ochlazování místností, což způsobují povětrnostní vlivy. Tomuto procesu říkáme zajištění tepelné pohody.

Abychom dosáhli ideálních tepelných poměrů a člověk se cítil příjemně, tak musíme brát v úvahu vlivy, které tepelnou pohodu člověka ovlivňují. Zejména zdravotní stav, stáří, druh činnosti, kterou člověk vykonává. Pocit tepelné pohody je dán rovnováhou tepelného režimu člověka, nutnou k udržení stálé teploty těla 37 °C.

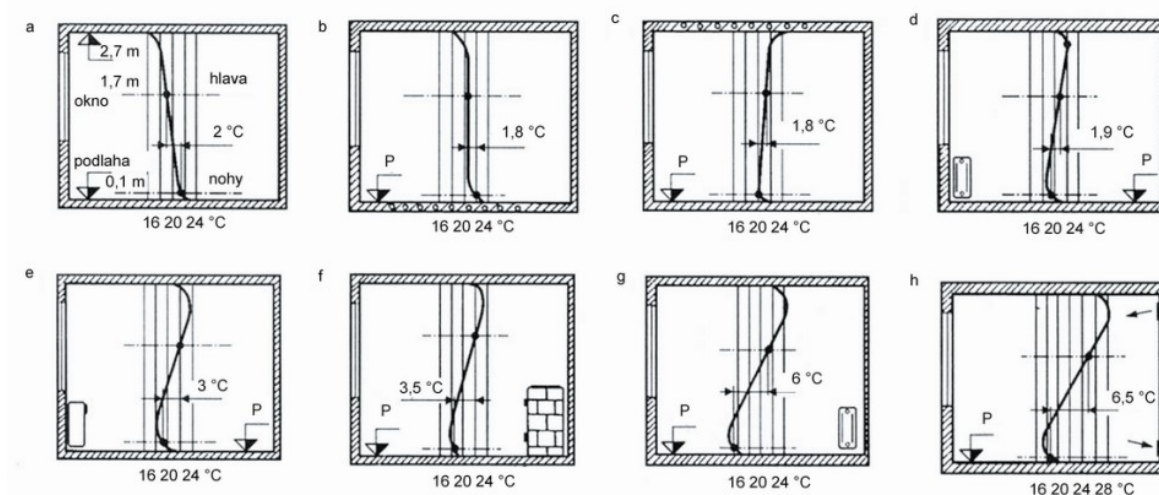
Sdílení tepla z povrchu těla do okolí je důležitou složkou tepelného režimu člověka, které se řídí fyzikálními zákony. Intenzita fyzické námahy a hmotnost člověka mají zásadní vliv na množství tepla, které se v lidském těle při látkových přeměnách uvolní.

Lidské tělo je ochlazováno vedením, prouděním, sáláním a také vypařováním potu a dýcháním.

O tepelných pocitech člověka v uzavřených místnostech rozhoduje tedy několik faktorů stupně fyzické námahy (vnitřní produkce tepla  $\Phi_M$ ), tepelně izolační schopnost oděvu (tepelná propustnost  $\alpha$ ), teplota okolního vzduchu  $\vartheta_v$ , účinná teplota okolních ploch  $\vartheta_p$ , vlhkost okolního vzduchu (relativní vlhkost), rychlost proudění vzduchu. Faktory  $\vartheta_v$ ,  $\vartheta_p$ , vlhkost a rychlost proudění vzduchu charakterizují tepelný stav prostředí, který se projevuje výsledným tepelným účinkem prostředí na člověka. Většinou se ale snažíme vyjádřit tepelný stav prostředí jedinou, snadno měřitelnou veličinou.

### Teplota vzduchu v místnosti

Abychom posoudili tepelný stav, tak potřebujeme znát teplotu vzduchu  $\vartheta_v$  měřenou v oblasti pobytu člověka. Teplota vzduchu  $\vartheta_v$  v celé místnosti většinou není stejná, a proto musíme posuzovat její místní změnu a nerovnoměrnost. Jedna z nejdůležitějších je vertikální nerovnoměrnost teploty vzduchu ve vytápěných místnostech, která vzniká vlivem nestejnoměrného přívodu tepla a nestejnoměrného ochlazování jednotlivých stěn, stropů a podlahy. Nejprjemnější pocit je rozhodující teplota dolní vrstvy, tedy v místě nohou (ve výšce 0,1 m nad podlahou). Dalším důležitým bodem je teplota vzduchu v úrovni hlavy (ve výšce 1,7 m nad podlahou) a poté rozdíl těchto dvou teplot. Právě tento rozdíl má velký vliv na tepelnou pohodu v místnosti. [2]



Obr. č. 10. Vertikální rozložení teplot v místnosti při různých způsobech vytápění [2]

a - ideální vytápění, b - podlahové vytápění, c - stropní vytápění, d - teplovodní vytápění, e - konvektorové vytápění, f - lokální vytápění kachlovými kamny, g - teplovodní vytápění (radiátor na vnitřní stěně), h - teplovzdušné vytápění.

Ideálním vytápěním se rozumí takové, kdy je teplota v místě nohou přibližně 21 °C a ve výšce hlavy stojícího člověka přibližně 19 °C. Z hlediska tepelné pohody by tedy neměl být rozdíl teplot v místě hlavy a v místě nohou větší než 2 °C u stojícího člověka a 1,5 °C u sedícího člověka. [2]

### Výsledná teplota prostředí místnosti

Tepelná pohoda člověka závisí při dané vnitřní produkci tepla a dané tepelné propustnosti oděvu pouze na teplotě vzduchu a účinné teplotě okolních ploch, což vyplývá ze vztahu:

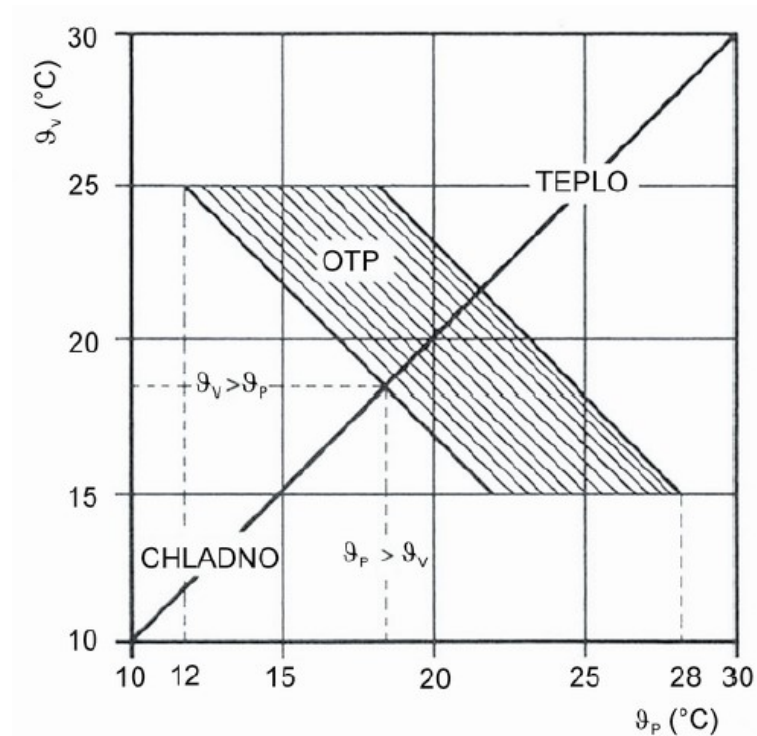
$$\vartheta_i = 0,5 \cdot \vartheta_v + 0,5 \cdot \vartheta_p \quad (^\circ\text{C}) \quad (15)$$

$\vartheta_v$  – teplota okolního vzduchu (°C)

$\vartheta_p$  – účinná teplota okolních ploch (°C)

Poměr obou teplot  $\vartheta_v$  a  $\vartheta_p$  však nemůže být zcela libovolný. Předpokládá-li se, že v místnostech, kde se požaduje výsledná teplota  $\vartheta_i = 18,5$  až  $21,5$  °C, má být teplota vzduchu  $\vartheta_v$  v mezích od 15 do 25 °C, může se účinná teplota okolních ploch  $\vartheta_p$  měnit v mezích od 12 do 28 °C. Tato „oblast tepelné pohody“ je názorně vyznačena šrafováním na obrázku č. 11.

Z technických či ekonomických důvodů nelze někdy tepelného komfortu dosáhnout. Nabízí se proto udávat stupeň nepohodlí. Vžil se název PMV (Predicted Mean Vote). Tento index byl stanoven na základě testů prováděných na stovkách lidských subjektů, které se vyjadřovaly např. podle následující psychofyzikální stupnice: horko, teplo, tepleji, neutrálně, lehce chladno, chladněji a velmi studeno. Ve skutečnosti je stanovení tepelné pohody procedurou velmi nesnadnou a časově náročnou. [18]



Obr. č. 11. Oblast tepelné pohody [2]

Subjektivním pocitem **tepelné pohody** (tepelným komfortem, tepelnou neutralitou) označujeme stav, při kterém je dosaženo tepelné rovnováhy člověka (kdy prostředí odebírá tělu tepelnou produkci) bez nadměrného pocení (při suchém pocení). Nedosáhne-li se ani mokřým pocením tepelné rovnováhy, sníží chemická termoregulace těla intenzitu látkových přeměn a intenzita činnosti člověka nutně poklesne. Tepelný stav prostředí je limitujícím činitelem, který omezuje dosažitelný pracovní výkon a stává se faktorem ovlivňujícím produktivitu činnosti člověka. [18]



## 5. Srovnání jednotlivých typů vytápění

### 5.1. Kotle na tuhá paliva

#### 5.1.1. Trendy v ekologizaci z pohledu emisních požadavků pro kotle na tuhá paliva

Inovace se projevují téměř v každém odvětví a i v oblasti vytápění to není výjimkou. Hlavní důraz inovací je kladen na minimalizaci emisí znečišťujících látek a maximalizaci míry využití energie paliva. Ústřední vytápění směřuje k automatickým a zplyňovacím kotlům. Tento trend je pochopitelný neboť tyto typy kotlů na tuhá paliva v dnešní době představují to nejlepší, co je v současnosti možné dosáhnout. Hlavním palivem zplyňovacích kotlů je kusové dřevo a částečně také brikety. Ovšem některé kotle umožňují spalovat také uhlí. Automatické kotle jsou specializované na spalování pelet a tříděného uhlí. Co se týká lokálního vytápění, tak se postupně vývoj dostává k automatickým kamnům. Zároveň se vyvíjí a inovují krbové vložky do krbových a kachlových kamen.

Pro každého, který má doma kotel na tuhá paliva, je jeden z nejdůležitějších faktorů co takového uživatele zajímá, především míra využití energie paliva. S tím souvisí i palivové náklady. Všechny požadavky pro tato zařízení jsou definována evropskými technickými normami a příslušnými národními předpisy. Při sledování emisních hodnot se nejvíce sledují hodnoty prachu, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, TOC. Emise ze spalování tuhých paliv, při vytápění domácností v malých kotlích značně ovlivňují kvalitu ovzduší. Na základě této skutečnosti se v poslední době dramaticky zpřísnily limitní hodnoty, které mají zabránit znečištění ovzduší do budoucna. Tato skutečnost s sebou nese pro majitele kotlů na pevná paliva, potřebu pro inovaci jejich stávajících kotlů. Hlavní překážkou můžou být pro mnohé finance, což řeší aspoň z části tzv. „kotlíkové dotace“.

Proces, který bude kontrolovat požadované parametry pro provozování kotlů na pevná paliva, ještě není v celé EU stejný. Základním požadavkem je samozřejmě ověření výrobku při uvádění na trh (certifikace). Tento požadavek je dnes plně podporován výrobcí. Problémem bývá, že tato legislativa není přehledná ani pro odborníky v oboru a pro běžné uživatele a majitele domů, používající kotle na tuhá paliva, je to ještě horší. V následující tabulce se snažím částečně nastínit to, co legislativa znamená z pohledu koupě nového kotle a také z pohledu jeho provozování. [4]

Tab. č. 3. Přehled povinností souvisejících s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva pro vytápění domácností (do 500 kW)

Platnost od	Popis zařízení
1.1.2017	Povinnost na vyžádání předložit revizi kotle (včetně označení emisní třídy)
1.1.2018	Zákaz prodeje kotlů 3. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 4. a 5. emisní třídy)
1.1.2020	Zákaz prodeje kotlů 4. a 5. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle splňující požadavky EKODESIGN) – pro celou EU
1.9.2022	1. 9. 2022 Zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy (bez ohledu na to, kdy byly pořízeny)

pozn.: Emisní třídy dle EN 303-5 zjednodušeně je možné říci, že požadavky dle EKODESIGN jsou rozšířené požadavky na 5. emisní třídu.

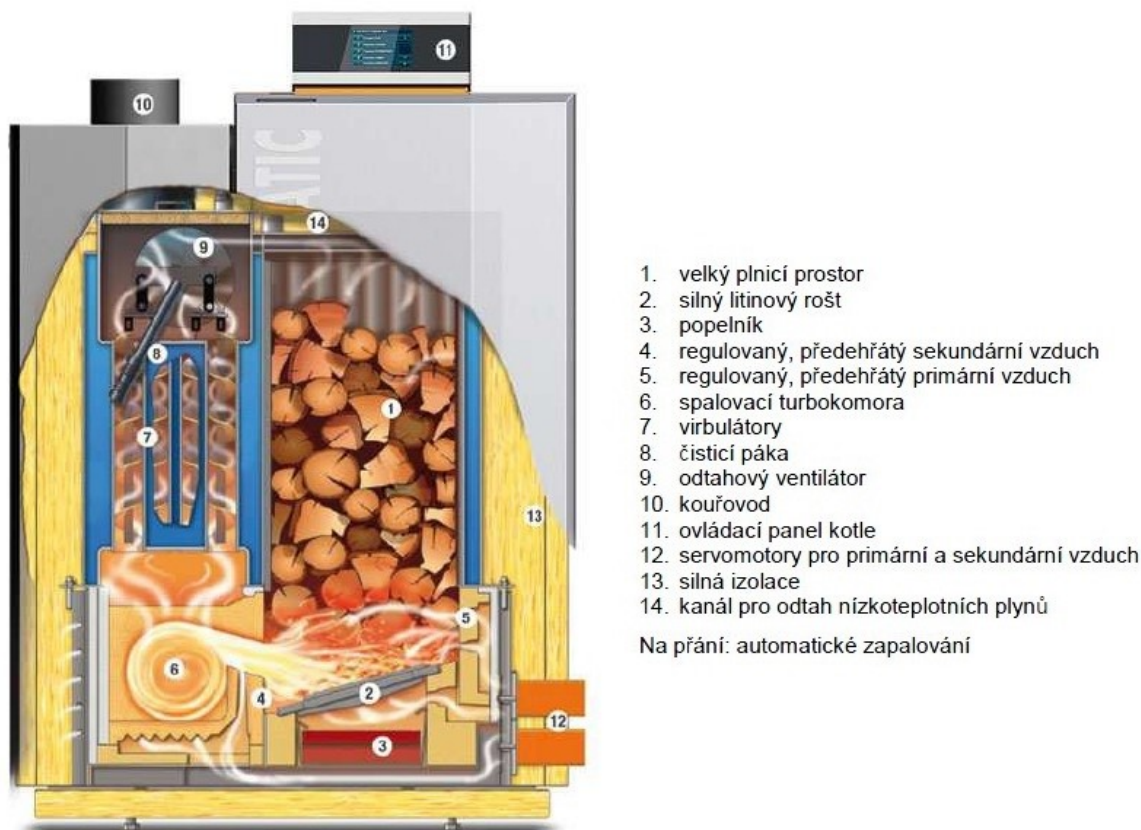
## 5.2. Dřevo

Topení dřevem bylo jedním z nejoblíbenějších řešení, neboť bylo velmi levné a dostupné. Nicméně doba se změnila. Hlavní příčina je v ceně dřeva. Cena stoupla velmi razantně a lidí závislých na dřevě ubylo. Negativní vlastností vytápění dřevem je jeho skladování. Aby mělo dřevo správnou výhřevnost, tak je potřeba, aby bylo suché (maximální obsah vody okolo 15 %). Proto je potřeba dřevo skladovat minimálně dva roky, aby správně proschlo a jeho výhřevnost byla co nejvyšší.

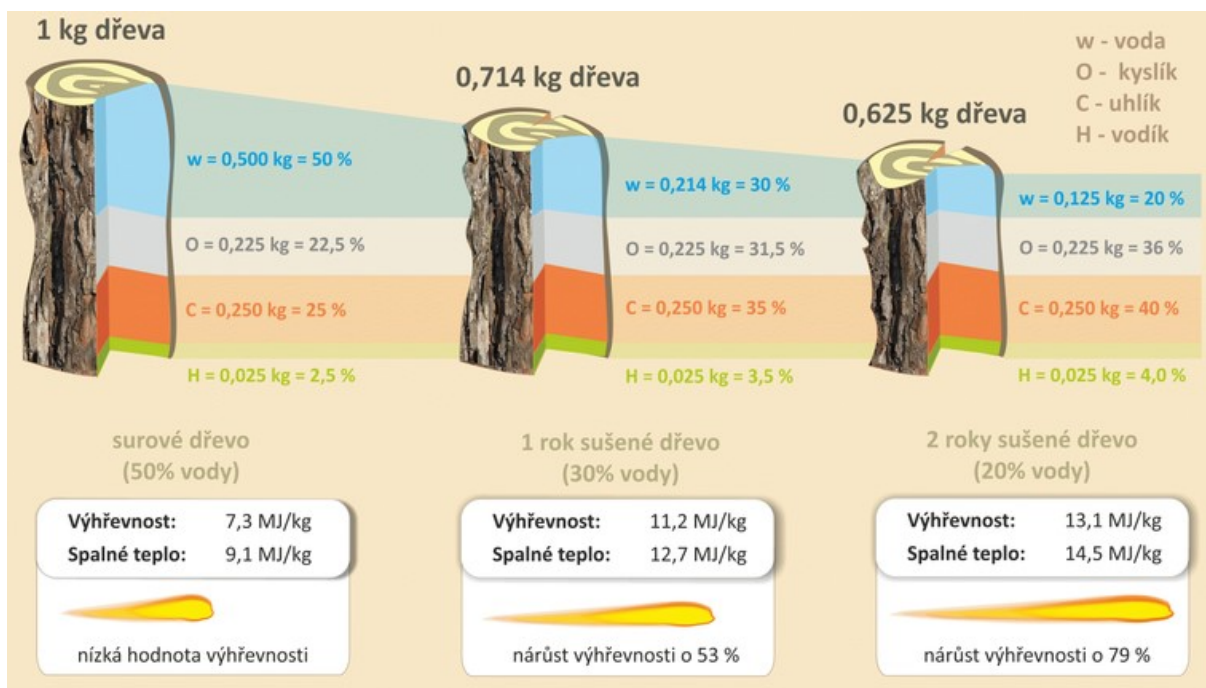
Dřevo se řadí mezi obnovitelné zdroje energie. Nejvhodnější dřevo je suché dřevo listnatých stromů (dub, buk).

### 5.2.1. Kotle na dřevo

V dnešní době jsou na trhu většinou kotle zplyňovací s účinností přes 90 % splňující emisní třídu 3. Důležitá vlastnost kotle je objem palivové komory, která nám umožní naložit tolik paliva, aby kotel vyhasl nejdříve po 12 -ti hodinách.



Obr. č. 12. Řez kotlem na kusové dřevo [13]



Obr. č. 13. Vysušování dřeva a průběh snižování vlhkosti [4]

## Proces hoření dřeva

Rychlost hoření určuje okamžitý tepelný výkon ohniště. Proces hoření kusového dřeva v ohništi má cyklický charakter, kde každý cyklus začíná přiložením dávky paliva na již dohořívající zbytky dávky předchozí. Cyklus končí přiložením dávky následující.

## 5.3. Uhlí

U tohoto typu paliva musíme opět brát ohled na dopravu, skladování a manipulaci. Provoz při pořízení automatického kotle na uhlí je náročnější. Opět je nutný sklad paliva, technická místnost musí být větší, kotel se nemůže nechat bez dozoru, musí se manipulovat s palivem i popelem. Cena uhlí je u nás závislá i na dovozu, což způsobuje kolísání ceny na trhu. Těžba uhlí v ČR už není tak velká jak bývala v minulosti, tím pádem jsou naše domácnosti odkázány na dovoz ze zahraničí. [4]

### 5.3.1. Automatický kotel na uhlí

Díky automatickému kotli se dá teoreticky ušetřit 30 % nákladů na topení. Ovšem v praxi této hodnoty nedosáhneme, jelikož automatický kotel nám zajišťuje stále komfortní teplotu a nedochází k úsporám při vyhasnutí kotle.

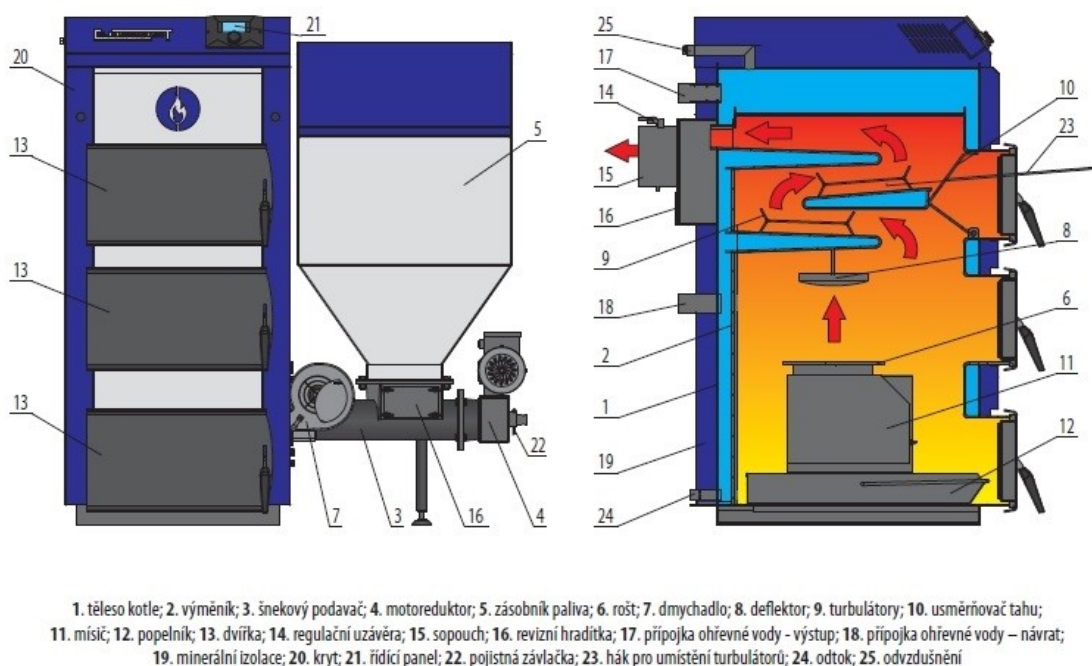
Provoz automatického kotle se dá považovat za komfortní, neboť přikládání do zásobníků se provádí cca 1x za 3 dny v době topné sezóny. Regulace vytápění je srovnatelná s plynovými kotle.

Přechod na tento typ topení má své důvody hlavně díky úspoře vůči zemnímu plynu, kde může úspora činit až 60 % ročních nákladů. Majitelé starých kotlů na pevná paliva volí automatický kotel i díky dotacím, které poskytuje stát, aby splňovali emisní normy. Dále také kvůli komfortu obsluhy kotle a jeho regulace.

Většina kotlů umožňuje spalovat rovněž pelety a navíc i kusové dřevo v ručním režimu. Při výběru automatického kotle je důležité brát ohled na tyto parametry:

- regulaci s ekvitermním řízením s jednoduchým ovládáním
- možnost napojení na pokojový termostat
- dostatečně velký zásobník paliva (cca 250 litrů)
- ochranu proti prohoření paliva do zásobníku

Dnešní automatické kotle umožňují vytápět i podlahové vytápění.



Obr. č. 14 Řez automatickým kotlem na uhlí [6]

## 5.4. Pelety

Jedná se o malý slisovaný kousek hmoty nejčastěji válcovitého tvaru. Dřevěné pelety se vyrábějí lisováním dřevěných pilin a hoblin. Vyznačují se extrémní hustotou a nízkým obsahem vody. Pelety jsou kvalitní ekologické palivo. Materiál před peletizací musí být vhodně dosušován tak, aby obsah vody byl co nejnížší, což je důležitý parametr pro výhřevnost paliva a taky pro dlouhodobé opotřebení kotle.

Použití pelet k vytápění je hlavně jako náhrada fosilních paliv v kotlích. Automaticky provozované kotelny používají jako palivo právě pelety. Díky tomu, že jsou pelety sypké, tak pomocí dopravníku je jejich přísun možné přesně a plynule regulovat a tím regulovat tepelný výkon kotle.

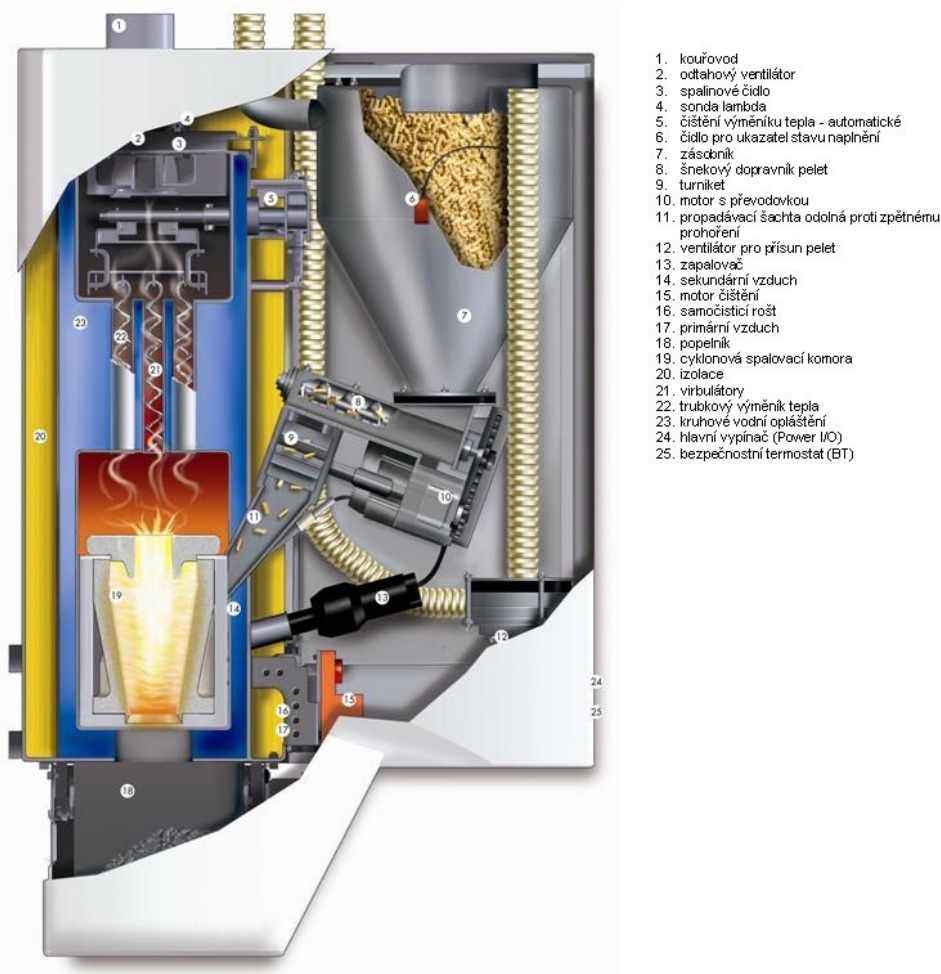
Pelety pro průmyslové využití bývají horší jakosti, obsahují větší obsah příměsí. Mají nižší výhřevnost a vyšší obsah nespalitelných látek. Zatímco pelety určené pro domácnosti jsou kvalitnější. Ideální jsou pelety vyrobeny ze dřeva pocházejícího z jednoho druhu stromu. [7]

### 5.4.1. Kotel na spalování pelet

Jsou konstruovány pro dokonalé spalování pelet tak, že do levé či pravé strany kotle, podle potřeby zákazníka, je zabudován hořák na pelety, který si plně automaticky, za pomoci šnekového dopravníku, odebírá pelety ze zásobníku. Zásobník paliva bývá umístěn vedle kotle, nebo ve vedlejší místnosti a může mít libovolnou velikost (standardně 250, 500 nebo 1000 l). Často bývá i jako zásobník paliva použita část kotelný, která pak vystačí na celou topnou sezonu.

Samotný provoz hořáku na pelety funguje zcela automaticky. V případě, že hořák dostane pokyn ke startu, nebo vznikne potřeba topit, nasype dopravník pelety do hubice hořáku a sám je zapálí topným tělískem (spirálou). Po dostatečném rozhoření pelet najede hořák na nastavený výkon, v kterém setrvá do doby, než je systém (dům) vytopen. Poté se hořák vypne a pelety v komůrce hořáku dohoří. Hořák je tak připraven k novému startu. Celý cyklus se v případě další potřeby vždy opakuje.

Výkon kotle a další funkce hořáku jsou řízeny elektronickou regulací, která umožňuje přizpůsobit chod kotle konkrétním podmínkám celého systému. Doplnění pelet, čištění spalovací komůrky hořáku a vybírání popela provádíme jednou za 1 - 30 dní, a to podle kvality pelet a velikosti zásobníku. V případě potřeby je možné kotle vybavit automatickým odpopelňovacím systémem pro komfortní vytápění s minimální obsluhou. [8]



Obr. č. 15. Řez automatickým kotlem na pelety se zásobníkem [9]

## 5.5. Zemní plyn

Západoevropská města mají s využíváním zemního plynu pozitivní zkušenosti a velkou měrou přispívají ke kvalitnímu životnímu prostředí. Tato eliminace uhlí z vytápění v domácnostech a jeho náhrada za nízkosírná kapalná paliva je znatelná. Právě spalování sirnatého uhlí bylo v západoevropských zemích hlavní příčinou tvorby smogu. Zmíněnou náhradou za zemní plyn je již v západoevropských zemích minulostí.

Při těžbě hnědého uhlí je narušen přírodní ráz krajiny. To s sebou nese také znečištění ovzduší při úpravě hnědého uhlí, jeho dopravě a také problémy se skladováním a manipulací s popelem. A jako hlavní problém hnědého uhlí v energetické bilanci jsou emise oxidů síry, dusíku, uhlíku, popílku s obsahem těžkých kovů a také uhlovodíků.

Z hlediska ochrany životního prostředí má zemní plyn ve srovnání s ostatními fosilními palivy a energiemi řadu výhod:

- výstavba plynovodů a ostatních zařízení je spojena s minimálním záborem půdy, která se ve většině případů vrací původnímu účelu
- plynovody jsou uloženy v zemi, takže nikterak nenarušují tvář krajiny

Nejvíce zásadní ekologické výhody zemního plynu se projeví při jeho samotném využití, tedy u odběratelů. V porovnání zemního plynu s kapalnými palivy vzniká při spalování zemního plynu daleko méně škodlivin - prach a oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) jsou ve spalínách obsaženy v zanedbatelných množstvích a také emise oxidu uhelnatého ( $\text{CO}$ ) a uhlovodíků jsou ve srovnání s ostatními palivy výrazně nižší. Problém při spalování zemního plynu je vznik oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ). Ovšem při spalování jakéhokoliv paliva v případě, že pro spalování je využíván vzduch se vytváří směs oxidu dusnatého a oxidu dusičitého. Tudíž zemní plyn je v porovnání s tuhými a kapalnými palivy ve výhodě, neboť neobsahuje žádné dusíkaté látky. Jedině oxidy dusíku mohou vznikat pouze ze vzdušného dusíku. Jejich tvorba je závislá na teplotě spalování - čím je teplota vyšší, tím je vyšší i tvorba  $\text{NO}_x$ . [11]

### 5.5.1. Možnosti vytápění zemním plynem

#### 5.5.1.1. Lokální vytápění

Teplo vzniklé při spalování je do místnosti předáváno z části konvekci (cca 75 %) a z části sáláním (cca 25 %). Spaliny opouštějící spalovací komoru mají teplotu cca 200 °C. Povrchová teplota by byla vysoká, proto jsou topidla opatřena vnějším pláštěm. Vzduch z místnosti prochází prostorem mezi oběma plášti, kde se ohřívá a v horní části topidla vystupuje do místnosti. [11]

#### 5.5.1.2. Centrální vytápění

##### Kondenzační plynové kotle

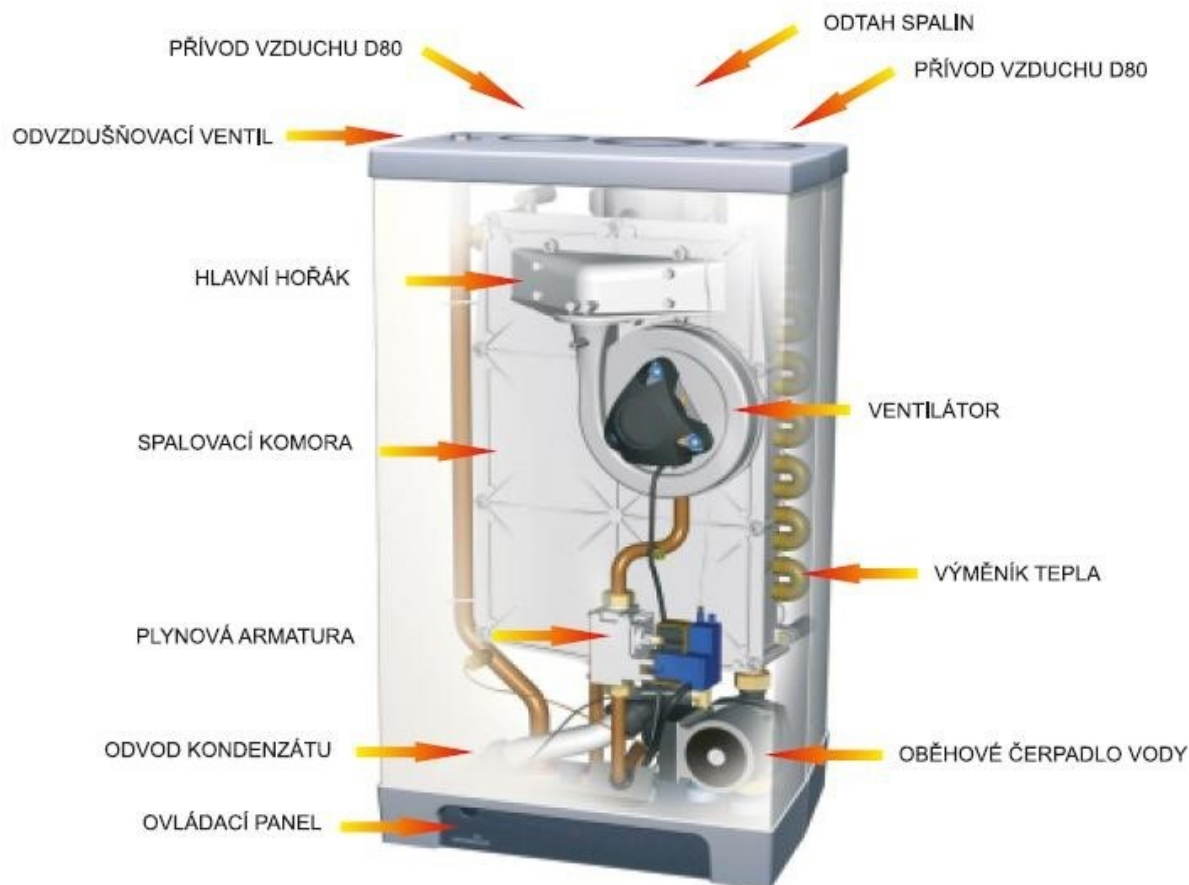
Kondenzační kotle získaly své pojmenování po principu kondenzace, kterou při svém provozu využívají. U běžných konvenčních kotlů jsou spaliny odváděny do komína bez dalšího využití. Kondenzační kotle však dokážou využít latentní tzv. kondenzační teplo, což umožňuje větší plocha výměníku kotle. Při spalování plynu v kotli vzniká určité množství vodních par. Tyto vodní páry spolu s oxidem uhličitým a dalšími produkty hoření tvoří spaliny a ty jsou odváděny spalínovou cestou



do vnějšího ovzduší. Spaliny tak v sobě nesou část akumulované tepelné energie. Pokud se tyto spaliny ochladí pod teplotu jejich rosného bodu, dojde ke změně skupenství a předání části tepelné energie vodní páry pomocí tzv. kondenzačního výměníku topné vodě, která se vrací ochlazená z topného systému zpět do kotle. Často se pro zjednodušení říká, že vratná voda je takto předehřívána. [10]

### Nízkoteplotní technika

Základní podmínkou konstrukce plynových kotlů v minulosti bylo, aby se zamezilo kondenzaci vodní páry. Proto musela být konstrukce řešena tak, aby teplota vody neklesla pod 65 °C, čemuž odpovídala teplota spalin cca 150 až 170 °C. Kotle pracovaly i při sníženém výkonu s konstantní teplotou vody. Konstrukce nízkoteplotních kotlů dovoluje při dílčím zatížení vychladit spaliny i pod 100 °C bez nebezpečí kondenzace. Významnou změnou oproti standardním kotlům je, že tyto kotle nepracují s konstantní teplotou vody. Ihned po zapálení proudí voda do systému. Zejména při dílčím zatížení tak dochází k lepšímu vychlazení spalin, což má za následek snížení jak komínové ztráty, tak ztráty sáláním.[11]



Obr. č. 16. Řez kondenzačním plynovým kotlem [12]

## **5.6. Elektrické vytápění**

Největší předností elektrického vytápění jsou nízké investiční náklady do celého otopného systému. Tato výhoda platí především pro přímotopné a akumulční systémy. Tento typ vytápění je vhodný hlavně pro nízkoenergetické domy s relativně malou zastavěnou plochou, kde není prostor pro technické místnosti a sklady paliva.

**Elektrické vytápění se dá rozdělit do 3 skupin dle zdroje tepla:**

### **5.6.1. Elektrický přímotopný zdroj**

Pokud je potřeba, aby bylo dodáno teplo co nejrychleji k zajištění tepelné pohody, tak je přímotopný zdroj vytápění ideální variantou. Využívá principu současné výroby tepla a jeho předání teplonosné látce. Přímotopný zdroj tepla je ve většině případů umístěn v místnosti, kterou požadujeme vytápět. Jedná se o sálavé panely, infrazářiče, přímotopné konvertory, radiátory, topné fólie.

### **5.6.2. Elektrický akumulční zdroj**

Jak už název napovídá, tak se jedná o zdroj tepla, který je založen na principu ukládání energie do akumulátoru (magnezitové cihly, betonová vrstva podlahy, teplovodní zásobník). Pro toto ukládání energie se využívá doby nízkého tarifu. V době energetické špičky se energie, která je naakumulovaná v zásobníku nebo dalších zmíněných materiálech postupně uvolňuje a toto teplo slouží k ohřevu vzduchu v požadovaném prostoru.

Možnosti umístění akumulčních zdrojů záleží na druhu akumulčního systému. Pokud se jedná o akumulční kamna, pod omítkové topné fólie nebo topné podlahové kabely, tak se v tomto případě jedná o umístění přímo v místnosti. Ovšem v případě rozvodu otopné soustavy využívající akumulční teplovodní zásobník tomu tak není a jedná se o centrální rozvod.

### **5.6.3. Tepelné čerpadlo**

Podkategorie tepelných čerpadel by měla mít svou vlastní kategorii, neboť se nejedná přímo o zdroj elektrického vytápění. Ale ve svém důsledku tomu tak je. Elektrická energie vstupující do tohoto systému neslouží k ohřevu teplonosné látky tak jako v předešlých případech, ale slouží k pohonu kompresoru. Kompresor je srdce tepelného čerpadla a slouží k tomu, aby čerpadlo odebíralo nízkopotenciální energii buď z venkovního vzduchu, vody nebo země a využilo ji k ohřevu teplonosné látky.

Důležitým parametrem ve výběru tepelného čerpadla je o jaký typ TČ se jedná.

Jedná se o 3 skupiny TČ, kde každá skupina zastupuje prostředí, odkud je teplo odebíráno. Následují jednotlivé rozdělení těchto zástupců. [14]



## **Teplo ze vzduchu:**

### **vzduch/voda**

#### Pozitiva

- bez nároku na velikost pozemku, snadné využití pro chlazení v letním období

#### Negativa

- cca o 30 % vyšší spotřeba elektřiny než u TČ země/voda s plošným kolektorem či vrtem, hlučnost, nižší výkon a výstupní teplota topné vody při nízkých venkovních teplotách

### **vzduch/vzduch**

#### Pozitiva

- nejnižší pořizovací cena, TČ vybaveno i funkcí chlazení nebo ionizaci vzduchu

#### Negativa

- není vhodné pro objekt s velkým počtem malých místností, nelze ohřívat teplou vodu, hlučnost, počet vnitřních jednotek připojitelných k jedné venkovní jednotce je omezen

### **větrací vzduch/voda**

#### Pozitiva

- náhrada rekuperačního výměníku odpadního vzduchu, jednoduchá instalace řízeného větrání s menším množstvím potrubí

#### Negativa

- nízký výkon daný množstvím větracího vzduchu, vhodné pouze pro nízkoenergetické a pasivní domy

## **Teplo ze země**

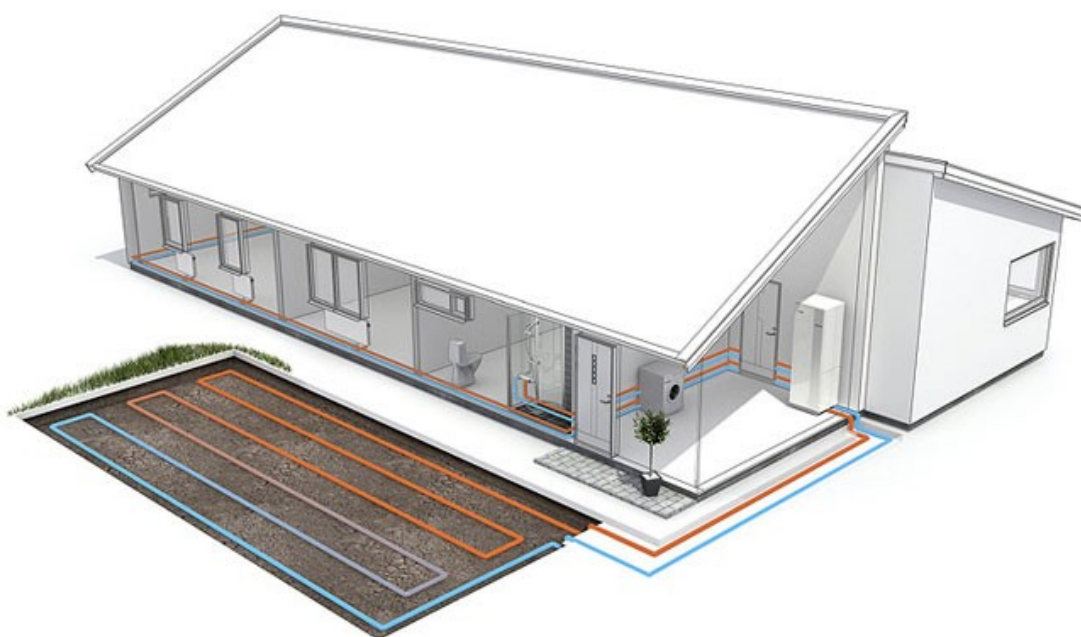
### **země/voda (zemní kolektor)**

#### Pozitiva

- nižší investiční náklady srovnatelné s tepelnými čerpadly, dlouhá životnost zařízení, bezhlučné a bezúdržbové řešení

#### Negativa

- vyžaduje velký pozemek, vhodná zemina



Obr. č. 17. Zemní kolektor TČ země/voda [17]

### **země/voda (vrt)**

#### Pozitiva

- stabilní výkon a vysoký topný faktor i při extrémně nízkých venkovních teplotách, využití vrtu pro chlazení domu, nižší spotřeba elektřiny než u vzduchových TČ, bezhlučné

#### Negativa

- vysoké investiční náklady na pořízení vrtů, nutnost stavebních povolení pro vrt

### **Teplo z vody**

### **voda/voda (studna)**

#### Pozitiva

- dosahuje nejvyššího topného faktoru ze všech typů TČ, nižší investiční náklady než TČ s vrt, zpětné využití odpadního tepla v technologických procesech

#### Negativa

- využití pouze v lokalitách s dostatkem vody, vyšší náklady na servis z důvodů nutných kontrol a údržby, nižší životnost komponentů pro čerpání spodní nebo geotermální vody

## **země/voda (vodní plocha)**

### Pozitiva

- velmi nízké náklady na vybudování kolektoru pro získávání tepla, dlouhá životnost, bezhlučné a bezúdržbové řešení

### Negativa

- vhodné pouze pro objekty ležící v těsné blízkosti vodní plochy, nutnost získání povolení od správce povodí [15]

## **5.6.4. Distribuce tepla**

Vytápět prostor elektrickou energií nabízí spoustu možností. Při návrhu objektu je potřeba zvolit jaké bude teplotnosné médium. Na výběr je voda nebo vzduch. Distribuce tepla ve formě vzduchu je možná buď přímo v místě potřeby, nebo pomocí centrálního rozvodu prostřednictvím rozvodu teplovzdušného vytápění. V případě vody jako teplotnosného média slouží k dopravě teplé vody teplovodní otopná soustava, přes kterou je médium dopravováno z centrálního zdroje. [14]

## **5.6.5. Přenos tepelné energie**

Ve vytápění se využívá přenos tepla prouděním (konvekci) a sáláním (radiací). Díky neustálému pohybu částic, které vedou k proudění hmoty o různé teplotě, se jedná o konvekční šíření tepla.

Tepelná energie, která se šíří ve formě elektromagnetického záření se nazývá sálání. Sálání je možné i ve vakuu. [14]

## **5.6.6. Jednotlivé typy elektrického vytápění**

### **Topný kabel + rohož**

- v případě, že se jedná o mokrou skladbu podlahové konstrukce
- topným prvkem je elektrický odporový kabel nebo topná rohož
- vzhledem ke své konstrukci se tento typ řadí do akumulčních zdrojů tepla

### **Podlahová topná fólie**

- v případě, že se jedná o suchou skladbu podlahové konstrukce, topná fólie se umísťuje pod finální vrstvu podlahy
- zahřívá se celá plocha podlahy
- považuje se jako přímotopný zdroj tepla

### **Stropní topná fólie**

- v případě, že není možné, aby byly v objektu vysoké povrchové teploty sálavých ploch, tak se užívá této varianty
- zahřívá se celá plocha stropu

### **Stěnová topná fólie**

- jedná se o topnou fólii umístěnou za sádkartonovou deskou ve stěně
- vytápění shodné s podlahovým nebo stropním systémem
- využívá se zřídka, jen pokud není podlahové nebo stropní možné

### **Infrazářič**

- využívá vlastností infračerveného záření, kdy sálavé teplo směřující na přítomné osoby zajišťuje dostatečný teplotní komfort i při nižší teplotě okolního vzduchu
- jako topný prvek je použita infražárovka ve tvaru tenké trubice
- v domě využití především v koupelnách

### **Nástěnný sálavý panel**

- plní funkci kvalitního energeticky úsporného typu vytápění a zároveň jako ozdoba v interiéru díky dnešním estetickým provedením
- topným prvkem těchto přímotopných panelů je tkaná topná fólie na bázi grafitu

### **Elektrický konvertor**

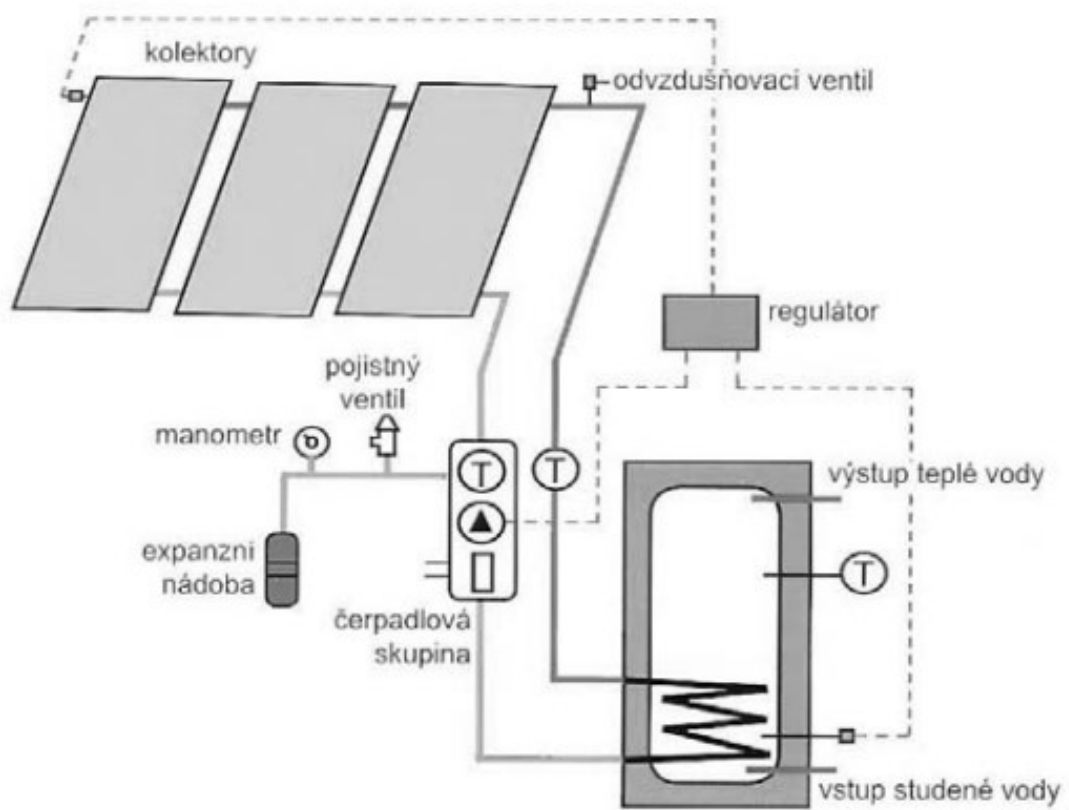
- předává veškeré teplo konvekci
- přenosné elektrické konvertory mají výhodu, že dokážou okamžitě po připojení do sítě dodávat teplo v případě, že je v místnosti teplotní deficit

### **Akumulační kamna**

- jejich základ spočívá v tepelně izolačním plášti, který je naplněn vysoce výhřevným jádrem např. z magnezitových cihel, mezi kterými jsou uloženy topné tyče
- v případě statických kamen nelze vybíjení regulovat, dynamické regulovat lze pomocí spínání ventilátoru [14]

## **5.7. Solární energie**

Pokud se rozhodneme pouze pro vytápění s využitím solární energie, tak musíme vzít v úvahu, že bude potřeba více prvků, aby bylo možné vytápět solární energií. Tyto prvky jsou: kolektor, potrubí, zásobník, tepelný výměník, oběhové čerpadlo, expanzní nádoba, regulační prvky. Rozhodující je zda se jedná o sezónní nebo celoroční vytápění. Na obrázku na další straně je vyobrazen nejpoužívanější dvou-okruhový kapalinový solární systém pro celoroční přípravu teplé vody. Používá se nemrznoucí kapalina k přenosu tepla z kolektoru do výměníku. V tepelném výměníku předává nemrznoucí kapalina stěnami měděného hada teplo ohříváné užitkové vodě. Expanzní nádoba slouží k vyrovnávání změn objemu kapaliny při různých teplotách. Solární vytápění je většinou kombinováno s nějakým dalším druhem vytápění nebo slouží jenom k ohřevu TUV. [16]; [18]



Obr. č. 18. Schéma zapojení solárního systému v objektu [16]

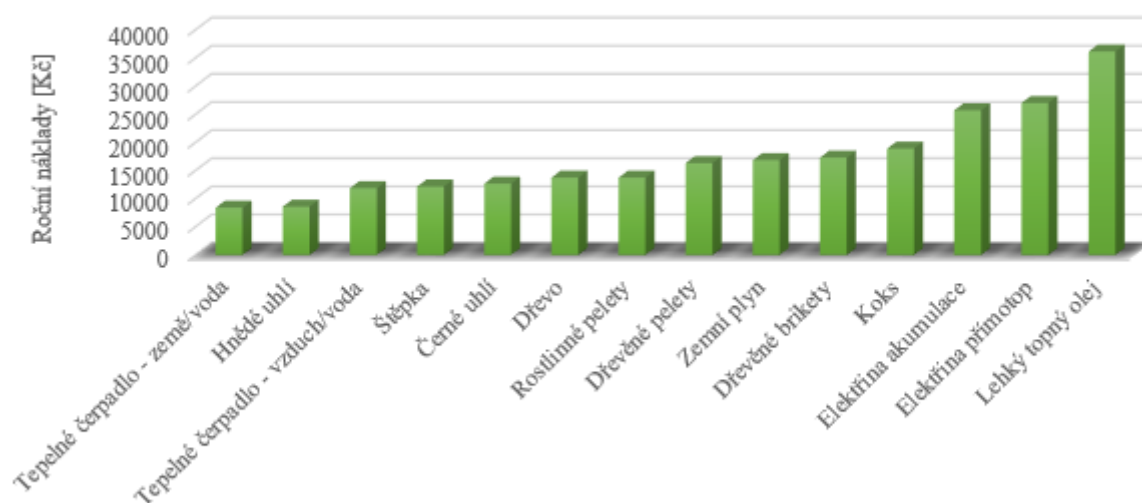
## 5.8. Výhody a nevýhody jednotlivých vytápění

Tab. č. 4. Srovnání výhod a nevýhod jednotlivých vytápění

	Výhody	Nevýhody
Zplynovací kotel na dřevo	lze vyrábět teplotu užitkovou vodu i v létě	potřeba velkého skladovacího prostoru pro palivo
	lze vytápět i podlahové vytápění	častá obsluha
	možnost spalovat velké kusy dřeva	nutná akumulární nádoba
	vysoká účinnost 81 až 87 % podle typu	technická místnost s většími rozměry
	pohodlné vybírání popela	manipulace s palivem a popelem
Automatický kotel na uhlí	nízké náklady na vytápění a ohřev TUV	sklad paliva a nutnost větší technické místnosti
	komfortní přikládání a regulace	prašnost v technické místnosti
	nízká úroveň ekologického znečištění ovzduší	manipulace s popelem při čištění kotle
Kotel na spalování pelet	nižší náklady proti vytápění plynem a elektřinou	vysoká vstupní investice
	komfortní přikládání a plynulá regulace	skladování paliva
	nízké úlety prachu	drahé palivo
	ekologické vytápění	větší technická místnost pro zásobník
Lokální vytápění zemním plynem	každá místnost má vlastní nezávislý zdroj tepla	nižší účinnost ve srovnání s plynovým kotlem a toplovodním systémem
	v případě poruchy jednoho z topidel je výkon dostatečný pro vytápění celého objektu	horší regulace teploty vzduchu ve vytápěné místnosti
	při instalaci odpadá starost s montáží toplovodního systému a vyvložkováním komínu	možnosti vniknutí vzduchu obohaceného spaliny netěsností oken do místnosti (pokud je topidlo umístěné pod oknem)
Centrální vytápění zemním plynem - kondenzační plynový kotel	vysoká energetická účinnost plynových spotřebičů	nezbytná přípojka k přívodu plynu v lokalitě
	možnost komplexního využití plynu u odběratele bez zbytečných přeměn	rostoucí cena
	jednoduché ovládání plynových spotřebičů, jejich snadná regulace a automatizace	závislost na dodávkách ze zahraničí
	možnost využívat primární energetický zdroj přímo v místě jeho potřeby	pořizovací cena
	díky jeho vysokému energetickému obsahu, příznivému složení a technicky dořešených způsobů jeho využití příznivý vliv na životní prostředí	vyšší provozní náklady na topení ve srovnání s tuhými palivy
	bezobslužný, tichý provoz	zajistit odvod kondenzátu
Elektrický přímotopný zdroj	okamžitý náběh	téměř nulová složka sálavého tepla
	nízká pořizovací cena	nulová tepelná setrvačnost
	vysoký výkon	dochází k přepalování prachu ve vzduchu
Elektrický akumulární zdroj	nejnižší cena elektřiny - akumulární tarif	špatná regulovatelnost
	jednoduchá instalace	nižší efektivita využití elektřiny
	tichý, čistý a bezúdržbový provoz	vyšší investiční náklady než do přímotopů

## 5.9. Srovnání nákladů na vytápění u jednotlivých typů vytápění

Pro toto srovnání bylo počítáno s navrhovanou stavbou, kterou v diplomové práci řeším. Jedná se o roční náklady na vytápění bez započítání vstupních nákladů na počáteční investici, případně údržbu. Bylo počítáno pro pokrytí tepelných ztrát 8 kW pro navrhovaný dům, což je o 20 % více než jsem vypočítal v programu DEK.



Obr. č. 19. Graf znázorňující srovnání ročních nákladů na vytápění u jednotlivých typů vytápění [22]

Na grafu lze vidět, že nejnižších nákladů na vytápění dosahuje TČ – země/voda. V závěsu se drží vytápění hnědým uhlím. Poté s mírným cenovým navýšením se nachází TČ – vzduch/voda a poté následují v grafu pevná paliva.

Na druhé straně tohoto grafu se nachází elektrické vytápění a úplně nejvyšší roční náklady na vytápění má lehký topný olej.

## **6. Volba vhodného druhu pro vytápění a ohřev TUV - varianty a vyhodnocení pomocí multikriteriální analýzy**

### **6.1. Možnosti vhodného návrhu druhu vytápění**

Teoretický základ, který vyhodnocuje jednotlivé druhy vytápění, mi pomáhá při řešení tohoto problému. Navrhnout správný systém vytápění pro určitý typ domu v sobě nese více požadavků, které je potřeba vyhodnotit a správně se rozhodnout. Jak vyplynulo z teoretického srovnání, tak každý druh vytápění s sebou nese kladné, ale i záporné vlastnosti. Je nezbytné, aby se do hodnocení nejvhodnějšího systému vytápění zakomponovalo i umístění a velikost pozemku. Důležitým poznatkem je taktéž připojení k inženýrským sítím. Tyhle všechny aspekty jsou nutné i ke konzultaci s investorem, neboť investice do různých typů vytápění se liší.

V mém řešeném modelovém domě je z výkresové dokumentace patrné, že není zakreslen komín, tudíž kotel na tuhá paliva se vylučuje. Dalším vyloučeným zdrojem vytápění je zemní plyn, který komín taktéž potřebuje k odvodu spalin.

Vzhledem k dotacím „nová zelená úsporám“, které jsou poskytovány pro nízkoenergetické novostavby, je výhodné vybrat zdroj vytápění takový, na který bude případná dotace nejvyšší a zároveň se bude jednat o výhodný typ vytápění.

### **6.2. Varianty vytápění navrhovaného domu**

Řešený navrhovaný modelový dům bude postaven na relativně velkém pozemku se zahradou 600 m<sup>2</sup>, což s sebou přináší velkou výhodu při uvažování vhodné varianty. Do porovnání navrhu postupně čtyři varianty, které detailně rozeberu a na závěr vyhodnotím podle multikriteriální analýzy nejvhodnější typ vytápění pro navrhovaný objekt.

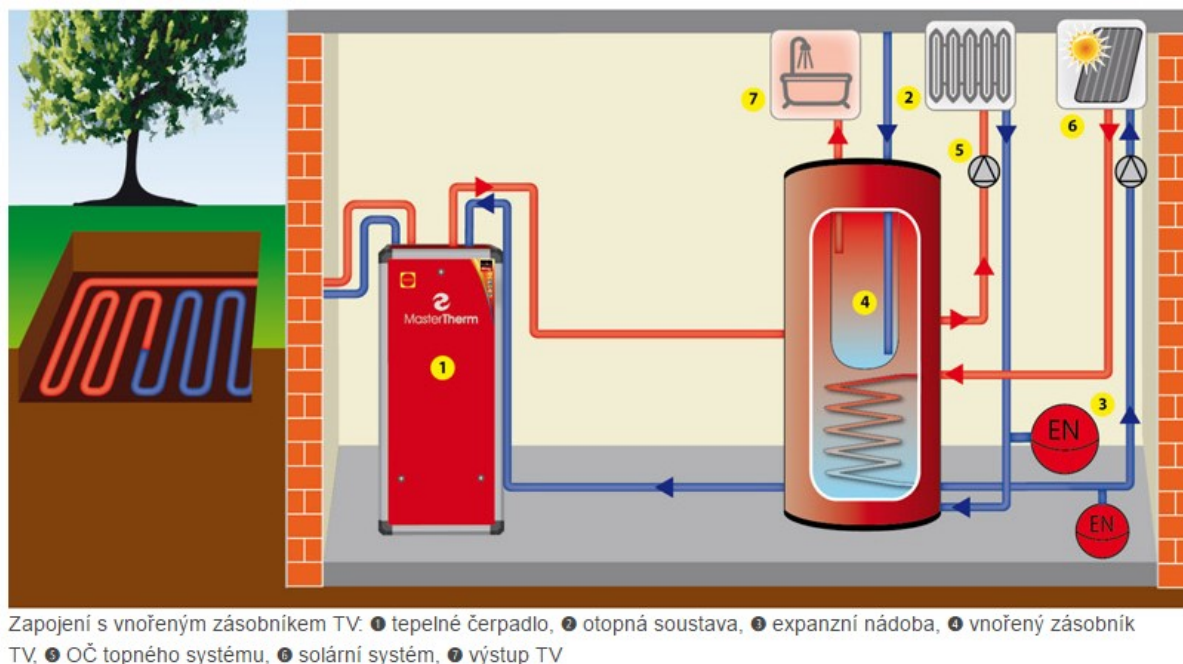
#### **6.2.1. Varianta 1 - TČ země/voda (zemní kolektor)**

Tepelné čerpadlo země/voda se zapojením zemního kolektoru se v tomto případě nabízí jako ideální varianta vzhledem k pozemku. Níže popíšu specifikaci zemního kolektoru. Oproti zemní sondě je ekonomicky výhodnější, proto volím tuto variantu.

##### **Zemní kolektor**

Zemní kolektor se skládá z potrubí, které je položeno na velké ploše přibližně 20 cm pod nezmrzlou hloubkou. Potrubí se pokládá do hloubky 1,2 – 1,5 m. V této hloubce jsou po celý rok relativně konstantní teploty 5 – 15 °C. Tepelná vydatnost závisí na kvalitě půdního podloží. Čím je půda vlhčí, tím vyšší je také tepelný výkon. Na obrázku je zobrazen systém zapojení tepelného čerpadla se zemním kolektorem. Na obrázku jsou vyobrazeny také různé způsoby propojení, které je možné zapojit do soustavy vedoucí do zásobníku.





Obr. č. 20. Schéma zapojení tepelného čerpadla se zemním kolektorem [21]

### Popis schématu zapojení tepelného čerpadla země/voda (zemní kolektor)

Tepelné čerpadlo je zapojené do otopné soustavy pomocí vnořeného zásobníku. Vnořený zásobník zaujímá funkci akumulace tepla a termohydraulického rozdělovače. Závislost teploty topné vody na venkovní teplotě je značná. Oběhové čerpadlo zajišťuje průtok topné vody otopnou soustavou.

Jakmile dojde k požadavku na ohřev teplé vody, tak se zvýší výstupní teplota topné vody z tepelného čerpadla a začne se ohřívat horní část zásobníku na maximální možnou teplotu. Pokud dojde k ukončení tohoto ohřevu, tak se celý systém vrací do režimu vytápění, ovšem vysoká teplota vody v horní části zásobníku zůstává zachována. Dnešní vnitřní výměníky, které jsou součástí vnořeného zásobníku a umožňují taktéž připojení solárního systému. Je to značná výhoda, aby tuto možnost zásobník obsahoval a tím pádem byl okruh vytápění řešený jako směšovací. V případě navrhovaného domu nebudu solární systém ve spojení s tepelným čerpadlem uvažovat.

Teplu, které je obsažené v půdě, se využívá nepřímo a získává se pomocí zemního kolektoru. Přenos tepla je prováděn pomocí cirkulačního okruhu do výparníku tepelného čerpadla. V systému je použita teplotonosná nemrznoucí kapalina. Oběh této kapaliny zajišťuje oběhové čerpadlo. Kapalina se ve výparníku ochlazuje a v zemním kolektoru se znovu ohřívá.

### Důležitá informace při návrhu vytápění tepelným čerpadlem země/voda

V případě tepelného čerpadla země/voda je v našich klimatických podmínkách důležitý fakt, že tepelné čerpadlo není třeba dimenzovat na 100 % tepelných ztrát domu. Z ekonomického hlediska dostačuje dimenzovat na 70 % tepelných ztrát domu a zbytek tepelných ztrát při nejnižších teplotách v topné sezóně je možné pokrýt bivalentním zdrojem tepla. Těchto dnů je jen několik v topné sezóně. Jako bivalentní zdroj se nejčastěji používá elektrokotel, který bývá nejčastěji vestavěný v tepelném čerpadle. [21]

## Výpočet plochy potřebné pro umístění zemního kolektoru

Tab. č. 5. Typické hodnoty měrných tepelných toků pro zemní kolektory [20]

Typ půdy	Měrný výkon získaný z půdy $q_z$ (W·m <sup>2</sup> )
suchá nezpevněná půda	10
ulehlá vlhká půda	20 – 30
vodou nasycené štěrky a písky	40

Pro výpočet plochy potřebné pro umístění zemního kolektoru vycházím ze vztahu (16) a také z tabulky určující měrnou hodnotu tepelných toků pro zemní kolektory. Pozemek, který se nachází v blízkosti navrhovaného domu, spadá do kategorie ulehlé vlhké půdy.

$$S_K = \frac{Q_K}{q_z} = \frac{6100}{30} = 203 \text{ m}^2 \quad (16)$$

$q_z$  – měrný výkon získaný z půdy (W·m<sup>2</sup>)

$Q_K$  – tepelný výkon TČ (W)

Vypočtená hodnota pro plochu potřebnou je relativně malá vzhledem k našim podmínkám, proto budu volit zemní kolektor na větší ploše z důvodu větší efektivity získávání tepla. Konkrétně bude kolektor na ploše 250 m<sup>2</sup>.

## Délka potrubí kolektoru

$$l_{pot} = \frac{Q_{CTČ}}{Q_{Ext}} = \frac{4527}{12} = 378 \text{ m} \quad (17)$$

$Q_{CTČ}$  – potřebný jmenovitý výkon TČ (W)

$Q_{Ext}$  – extrakční kapacita na jeden metr délky potrubí dle normy VDI 4640 (W·m<sup>-1</sup>)

## Návrh výkonu tepelného čerpadla

Podmínky pro splnění nejvýhodnějšího tarifu (D56) pro dodávku elektrické energie od skupiny ČEZ stanovují, že pro tento typ sazby je nutné se prokázat protokolem o instalaci tepelného čerpadla a revizní zprávou. Dále stanovují, že je nezbytně nutné, aby pro vytápění objektu bylo instalováno tepelné čerpadlo, jehož tepelný výkon kryje minimálně 60 % tepelných ztrát vytápěného objektu. A dále musí odběratel zajistit technické blokování topných elektrických spotřebičů po dobu platnosti vysokého tarifu. [34]

## Výpočet tepelného výkonu pro přípravu teplé užitkové vody

Tepelný výkon závisí především na spotřebě teplé vody. Spotřebu teplé vody udává počet osob, které v domácnosti žijí. V navrhovaném domě budou bydlet 4 osoby. Na osobu budu tedy počítat se spotřebou 30 – 60 litrů teplé vody o teplotě 45 °C. Vycházím z tepelného výkonu 200 W na osobu. [23]

$$Q_{WW} = n \cdot P = 4 \cdot 2 = 800 \text{ W} \quad (18)$$

$n$  – počet osob (-)

$P$  – výkon (W)

## Blokovací doba

Jelikož bude tepelné čerpadlo fungovat v bivalentním provozu, tak blokovací doby nepředstavují obecně žádné omezení, neboť se v případě potřeby spouští druhý tepelný zdroj.

## Výsledný potřebný jmenovitý tepelný výkon

$$Q_{CT\check{C}} = \frac{(\phi_{H,nd} + Q_{WW}) \cdot 60}{100} = \frac{(6745 + 800) \cdot 60}{100} = 4,527 \text{ kW} \quad (19)$$

$\phi_{H,nd}$  – celková tepelná ztráta domu (W)

$Q_{WW}$  – tepelný výkon potřebný pro přípravu TUV (W)

## Výběr vhodného tepelného čerpadla země/voda

Na trhu je dnes velký výběr tepelných čerpadel a výrobci jednotlivých produktů se předhánějí a neustále inovují své výrobky, což je pro koncového zákazníka velká výhoda. Nejen, že díky velké konkurenci dostane lepší produkt, ale také vstupní investice kvůli nabitému trhu klesá.

Po dlouhém studování jsem zvolil tepelné čerpadlo z produktové řady firmy Vaillant. Tuto značku výrobce jsem zvolil z důvodu dlouholetého působení na trhu a velkému spektru nabízených produktů, včetně obsáhlých technických listů dostupných na internetu. Po zvážení jsem zvolil TČ s tepelným výkonem 6100 W, což je více než 1500 W oproti vypočtené hodnotě tepelného výkonu. Ale vzhledem k relativně malému cenovému rozdílu nižšího tepelného výkonu TČ, které bylo u spodní hranice vypočtené hodnoty a zmíněnému vybranému TČ jsem právě zvolil TČ s vyšším tepelným výkonem. Značnou roli hrál i topný faktor, který byl u vybraného TČ vyšší.

## Vaillant geoTHERM plus VWS 63/3 s integrovaným zásobníkem TV - země/voda

### Popis

Tyto TČ jsou vhodná k vytápění i k chlazení novostaveb, případně k modernizaci topných systémů stávajících domů a objektů. Tento model má integrovaný zásobník z nerezové oceli. Díky tomu je celá jednotka zcela kompaktní s minimálními nároky na prostor instalace. Součástí TČ je také zabudovaný ekvitermní regulátor s indikací energetické bilance. Tato možnost zaručuje komfortní a úspornou regulaci topení a také zásobník teplé vody. [24]



Obr. č. 21. TČ Vaillant geoTHERM plus VWS (země/voda) s integrovaným nerezovým zásobníkem TV [24]

## Charakteristika

- výstupní teplota topné vody do 62 °C
- vestavěný ekvitermní regulátor energetické bilance se zobrazením ekologicky získávané energie
- kompaktní konstrukce pro jednoduchou montáž
- vestavěný nerezový zásobník TV 175 litrů
- několikastupňová zvuková izolace pro velmi tichý provoz
- moderní kompresor Scroll s dlouhou životností a vysokým stupněm účinnosti
- komfortní ovládání Vaillant - „otoč a stiskni“
- chladicí okruh řízený senzory
- řízená vysoce účinná oběhová čerpadla topení a nemrznoucí směsi
- elektricky ovládaný trojcestný ventil (teplá/topná voda)
- pružné připojovací tlakové hadice
- elektrické přídatné topení 6 kW
- venkovní, akumulární a výstupní čidlo a čidlo zásobníku teplé vody
- vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem pro primární okruh
- obsahuje integrovaný výměník a přepínací/směšovací ventil pro pasivní chlazení

## Technické údaje

Tab. č. 6. Technické parametry TČ Vaillant VWS 63/3 [24]

Parametr	Jednotka	VWS 63/3
Topný výkon	kW	6,1
Příkon	kW	1,3
Topný faktor	-	4,7
Chladicí výkon (18 °C / 22 °C)	kW	3,8
Elektrický příkon přídatného topení	kW	6
Teplota topné větve (min./max.)	°C	25/62
Teplotu okruhu zdroje tepla (min./max.)	°C	(-10/20)
Objem zásobníku teplé vody	l	175

## Investiční náklady TČ země/voda – zemní kolektor

Tab. č. 7. Orientační cenový přehled jednotlivých součástí včetně zemního kolektoru [25]

Název produktu	Cena s DPH 21 %
VWS 63/3 tepelné čerpadlo geoTHERM plus s pasivním chlazením	230 626 Kč
VWZ 30/2 SV omezovač náběhového proudu	4 876 Kč
Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi	12 826 Kč
Nemrznoucí směs etylenglykolu do -16 °C pro geoTHERM VWS (země/voda) – objem 30	2 819 Kč
VR 90 dálkové ovládání pro topné okruhy	4 876 Kč
VR 32 eBus modul pro bivalentní zdroj	2 553 Kč

VR 10 teplotní čidlo (příložné nebo ponorné) pro calorMATIC 630/3	666 Kč
VRM 300870, servopohon pro VRM 3, 4	7 030 Kč
VRC 9642, příložný pojistný termostat	2 505 Kč
VRM 3 – 3/4" třicestný ventil	4 235 Kč
VRM 3 – 1" třicestný ventil	4 489 Kč
Hydraulická výhybka WH 40 4 m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ; Rp 1 ¼; pro výkon 65 kW)	7 526 Kč
Orientační cena zemního kolektoru (potrubí, náplň, izolace)	40 000 Kč
Montážní práce (bez výkopových prací)	25 000 Kč
Montážní materiál	25 000 Kč
Projektová dokumentace	25 000 Kč
<b>Orientační konečná cena</b>	<b>400 027 Kč</b>

## Systém otopné soustavy – teplovodní podlahové vytápění

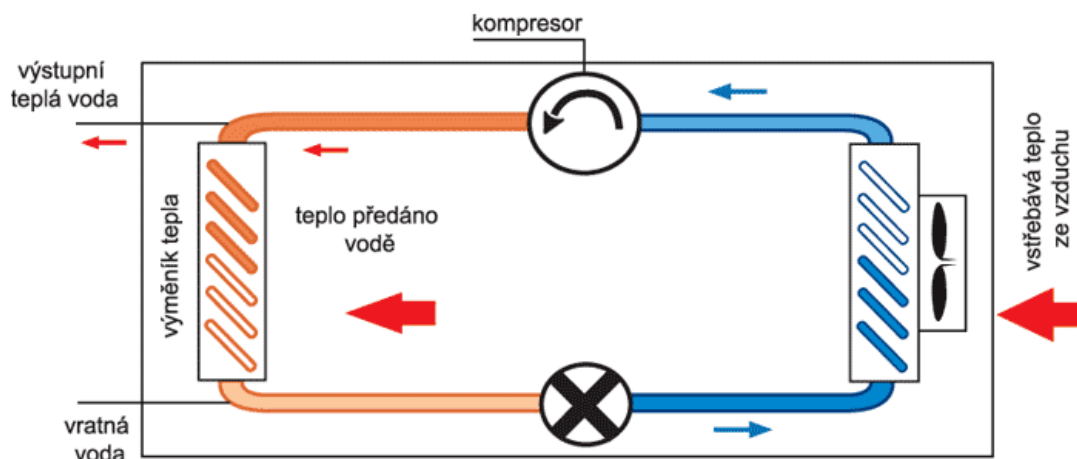
### 6.2.2. Varianta 2 – TČ vzduch/voda

Jako druhou variantu volím opět tepelné čerpadlo, ale získávání tepelné energie bude tentokrát z okolního vzduchu. Tento typ TČ je schopné pokrýt většinu nároků na vytápění, ale pro potřebu špiček a při velmi nízkých teplotách je zapotřebí doplňkový zdroj. Nejčastěji u nových otopných soustav se volí TČ, se zabudovaným bivalentním zdrojem. V nejvíce případech se jedná o elektrokotel umístěný v akumulacním zásobníku. Možností doplňkových zdrojů je více a můžou se vzájemně kombinovat.

#### Princip TČ vzduch/voda

Vzhledem k tomu, že v okolním prostředí a v tomto případě ve vzduchu je obsaženo velké množství tepla, je výhodné jej využít. Ovšem kvůli nízké teplotní hladině toto teplo nelze využít pro vytápění nebo ohřev vody, ale je potřeba ho převést na vyšší teplotu. Látka, která je součástí v tomto systému, se nazývá chladivo. Chladivo je látka, která má jednu důležitou vlastnost a to nízký bod varu. Bod varu musí být nižší, než je tepelná hodnota okolního prostředí, odkud je teplo čerpáno.

Vlivem nízké teploty při styku s okolním se chladivo vypařuje. Jakmile se dostane do plynného stavu, tak jej kompresor stlačí. Tímto procesem se zvýší teplota na úroveň, která je použitelná k vytápění nebo ohřevu TUV. Chladivo, které je ohřáté, se následně vpustí do kondenzátoru. V kondenzátoru předává své teplo topnému médiu. Tímto se jeho teplota sníží a chladivo opět přechází do stavu kapalného a pak opět pokračuje do kompresoru. Tento cyklus se neustále opakuje.



Obr. č. 22. Princip funkce TČ vzduchu/voda [26]

### Správné dimenzování TČ vzduchu/voda

Tento typ TČ je vhodný dimenzovat na pokrytí až 100% tepelné ztráty domu, neboť rozdíl v investici není tak zásadní, jako tomu je u TČ země/voda u vyšších výkonů.

### Výsledný potřebný jmenovitý tepelný výkon

$$Q_{CTČ} = (\phi_{H,nd} + Q_{WW}) = (6745 + 800) = 7,545 \text{ kW} \quad (20)$$

$\phi_{H,nd}$  – celková tepelná ztráta domu (W)

$Q_{WW}$  – tepelný výkon potřebný pro přípravu TUV (W)

### Výběr vhodného tepelného čerpadla vzduch/voda

V tomto segmentu TČ je výběr největší. Opět budu vybírat z nabídky od výrobce Vaillant, aby bylo hodnocení objektivní. Německá firma, s více než sto let starou tradicí, se stala na trhu s tepelnou technikou velkým pojmem.

Volím TČ s tepelným výkonem 7,8 kW a vycházím z podmínky, že tímto typem TČ bude vhodné dimenzovat tepelný výkon na 100 % tepelných ztrát domu díky jeho ceně.

### Vaillant geoTHERM VWL 83/3 s integrovaným zásobníkem TV - vzduch/voda

#### Popis

Jedná se o kompaktní tepelné čerpadlo vzduch/voda. Je vhodné především do prostoru, kde je minimum prostoru pro vytápění a ohřev teplé vody. U tohoto modelu je taktéž kladen důraz na zachování nízké hlučnosti. Navíc jsou v tomto modelu propojeny inovované koncepce jednotlivých předností tepelných čerpadel vzduch/voda a země/voda. Systém tvoří venkovní jednotka, která obsahuje výměník tepla (vzduch/nemrznoucí směs a ventilátor). Vnitřní jednotku tvoří stejná čerpadla jako u TČ geoTHERM země/voda. Inovaci zaznamenalo propojení potrubím, ve kterém cirkuluje nemrznoucí směs. Potrubí je z polyetylénu. Díky této inovaci dosahuje TČ vyšší účinnosti při nízké hlučnosti. Vzhledem k tomu, že propojení je nemrznoucí směsí, tak nemá na rozdíl od konvenčních

řešení na trhu, ani při nízkých teplotách nebo při výpadku proudu slabé místo, a to díky tomu, že se vlastní proces přeměny tepla odehrává uvnitř budovy. [27]



Obr. č. 23. TČ Vaillant geoTHERM plus VWL (vzduch/voda) s integrovaným nerezovým zásobníkem TV [27]

### Charakteristika

- výstupní teplota topné vody do 62 °C
- vestavěný nerezový zásobník TV 175 litrů
- Split koncept a kompaktní konstrukce pro jednoduchou montáž
- odolná a lehká venkovní jednotka
- velmi tichý provoz venkovní jednotky
- vestavěný ekvitermní regulátor energetické bilance se zobrazením ekologicky získávané energie
- připojení tepelného čerpadla do topného systému lze zvolit zezadu nebo shora
- několikastupňová zvuková izolace pro velmi tichý provoz
- moderní kompresor Scroll s dlouhou životností a vysokým stupněm účinnosti
- komfortní ovládání Vaillant - „otoč a stiskni“
- chladicí okruh řízený senzory
- řízená vysoce účinná oběhová čerpadla topení a nemrznoucí směsi
- ventilátor s modulací ve venkovní jednotce
- elektricky ovládaný trojcestný ventil (teplá/topná voda)
- elektrické přídatné topení 6 kW
- odmrazovač 6 kW ve venkovní jednotce
- venkovní, akumulární a výstupní čidlo a čidlo zásobníku teplé vody
- vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem pro primární okruh

## Technické údaje

Tab. č. 8. Technické parametry TČ Vaillant VWL 83/3 [24]

Parametr	Jednotka	VWL 102/3 S
Topný výkon	kW	7,8
Příkon	kW	1,7
Topný faktor	-	4,9
Chladicí výkon (18 °C / 22 °C)	kW	6,2
Elektrický příkon přídavného topení	kW	6
Teplota topné větve (min./max.)	°C	25/62
Teplotu okruhu zdroje tepla (min./max.)	°C	(-10/20)
Objem zásobníku teplé vody	l	175

## Investiční náklady TČ vzduch/voda

Tab. č. 9. Orientační cenový přehled jednotlivých součástí TČ [25]

Název produktu	Cena s DPH 21 %
VWS 83/3 tepelné čerpadlo geoTHERM plus s pasivním chlazením	239 338 Kč
VWZ 30/2 SV omezovač náběhového proudu	4 876 Kč
Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi	12 826 Kč
Nemrznoucí směs etylenglykolu do - 16 °C pro geoTHERM VWS (země/voda) – objem 30 l	2 819 Kč
VR 90 dálkové ovládání pro topné okruhy	4 876 Kč
VR 32 eBus modul pro bivalentní zdroj	2 553 Kč
VR 10 teplotní čidlo (příložné nebo ponorné) pro calorMATIC 630/3	666 Kč
VRM 300870, servopohon pro VRM 3, 4	7 030 Kč
VRC 9642, příložný pojistný termostat	2 505 Kč
VRM 3 – 3/4” třicestný ventil	4 235 Kč



VRM 3 – 1” třicestný ventil	4 489 Kč
Hydraulická výhybka WH 40 4 m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ; Rp 1 ¼; pro výkon 65 kW)	7 526 Kč
<b>Orientační konečná cena</b>	<b>293 739 Kč</b>

## Systém otopné soustavy – teplovodní podlahové vytápění

### 6.2.3. Varianta 3 – Elektrické přímotopné vytápění

U této varianty se uvažuje s přímotopným elektrickým vytápěním formou podlahového vytápění. V případě, že by podlahové vytápění bylo nedostatečné a nepokrývalo potřebný tepelný výkon, tak se do místností, kde je potřeba, přidají ještě doplňující skleněné topné panely. U tohoto typu vytápění není potřeba žádných dalších zařízení, tak jako tomu je u jiných zmíněných variant. Elektrické podlahové vytápění navrhuji v mokřém provedení. Jako topný element volím topný kabel. Celá soustava je vybavena ekvitermní regulací. Vzhledem k akumulaci v chladném počasí je vhodné použít tloušťku samonivelační vrstvy 40 mm.

#### Dimenzování otopné soustavy

Topné kabely je nutné dimenzovat na správný tepelný výkon, aby byla zaručena tepelná pohoda. Pro výpočet budu vycházet ze zjednodušeného principu a výsledek bude spíše orientační. Zjednodušení spočívá především v tom, že nebudu vycházet z tepelných ztrát jednotlivých místností, ale z celkové ztráty domu. Což můžu v tomto případě provést, neboť cílem práce není navrhnout přesně otopnou soustavu, ale poukázat na srovnání jednotlivých variant včetně orientačního finančního srovnání.



Obr. č. 24. Řez dvoužilovým topným kabelem ADPSV [31]

Pro výpočet vycházím z výsledku celkových tepelných ztrát domu z rovnice (1).

Z důvodu vyšší dynamiky topné soustavy se pro návrh výkonu tato hodnota zvyšuje o 15 – 20 %.

$$Q_{ELKAB} = Q_C \cdot 1,2 = 6745 \cdot 1,2 = 8,094 \text{ kW} \quad (21)$$

$Q_C$  – celkové ztráty rodinného domu

Jestliže se počítá potřebný tepelný výkon pro jednotlivé místnosti, tak se v dalším kroku navrhuje topný kabel. Poté se spočítá topný výkon na metr čtvereční. Hodnota topného výkonu na metr čtvereční by neměla z hygienických důvodů přesáhnout 140 W·m<sup>-2</sup>. U koupelen je povolena hodnota 180 W·m<sup>-2</sup>. A na závěr se spočítají rozteče smyček topného kabelu.

Pro názornost volím dvoužilový topný kabel s ochranným opletením a měrným výkonem topného kabelu ne jeden metr délky: 18 W·m<sup>-1</sup>.

### Topný okruh se zvýšenou ochranou a ochranou proti UV záření

Do této varianty tedy volím pro názornost a orientační cenové srovnání topné kabely o celkovém výkonu 8000 W. A pro regulaci volím programovatelný termostat.

### Ohřev TUV

U této varianty se nedá uvažovat, že by nám k ohřevu TUV posloužil tepelný zdroj pro vytápění tak jako u jiných variant. Bude tedy nutné použít buď průtokový ohřívač TUV, nebo elektrický akumulární ohřívač. Aby bylo závěrečné hodnocení objektivní, tak i do této varianty zahrnuji do investičních nákladů prostředky pro ohřev TUV. Do výpočtu volím elektrický akumulární ohřívač s objemem 200 l.

### Investiční náklady

Tab. č. 10. Orientační cenový přehled systému otopné soustavy topnými kabely [31]

Název produktu	Cena s DPH 21 %
Topné kabely ADPSV 181000	19 720 Kč
FENIX TFT Programovatelný termostat s dotykovým displejem	2 254 Kč
Bojler OKCE 200	9 674 Kč
<b>Orientační konečná cena</b>	<b>31 648 Kč</b>

### 6.2.4. Varianta 4 – Elektrický kotel s akumulárním zásobníkem

Elektrický kotel v této variantě zastupuje typ vytápění, který je nejméně náročný na instalaci k otopné soustavě. Nejčastěji se používá v menších objektech. Do této úvahy ho volím záměrně, aby byla patrná srovnání vstupních investičních nákladů a nákladů na provoz tohoto systému vytápění. Elektrický kotel v této rozvaze je uvažován při zapojení do teplovodního podlahového vytápění. Bude rovněž sloužit pro ohřev TUV, což zajišťuje akumulární zásobník teplé vody.

### Princip elektrokotle

Voda se tímto principem ohřívá v ocelové izolované nádobě, kde jsou umístěny topné odporové tyče. Jejich velikost, počet a způsob zapínání rozhoduje o tepelném výkonu tohoto tepelného zdroje. O regulaci teploty se stará regulační termostat.

### Potřebný tepelný výkon

K výpočtu potřebného tepelného výkonu elektrokotle je nutné znát tepelné ztráty domu a také pokud bude elektrokotel sloužit pro přípravu TUV v zásobníkovém provedení, tak je potřeba znát tepelný výkon pro ohřev TUV. Vycházím tedy z hodnot, které mám vypočtené z varianty 1.

$$Q_{CELKOT} = Q_C \cdot k = 7,545 \cdot 1,1 = 8,3 \text{ kW} \quad (22)$$

$Q_C$  – tepelné ztráty domu včetně potřebného tepelného výkonu na ohřev TUV (kW)

$k$  – koeficient pro topnou přestávku do 4 hodin

Elektrický kotel je vhodné dimenzovat na vyšší hodnotu.

## Protherm RAY12K

### Popis

Nabídka elektrických kotlů je v dnešní době velká. Vybrat elektrokotel pro přesné specifické nároky je snadné.

Vybral jsem produkt od firmy Protherm, která má na trhu dlouhodobou tradici.

Zvolil jsem model z modelové řady označené RAY. Jedná se o elektrokotel o tepelném výkonu 12 kW.

Zásobník TV volím vrstvený s objemem 100 l, který odpovídá 190 l standardního zásobníku, díky vrstvené technologii. Ta spočívá v tom, že užitková voda se ohřívá v kotli na požadovanou teplotu (cca 60 °C) a je postupně ukládána do vrchních vrstev zásobníku. Tím v zásobníku může být v jednom okamžiku v horní části teplá voda a ve spodní části ještě voda studená. Teplá voda pro spotřebu je odebírána z vrchní části zásobníku. Tím je v krátké době (po úplném vyprázdnění zásobníku) umožněn odběr sice omezeného množství, ale dostatečně teplé vody. [29]



Obr. č. 25. Elektrický kotel RAY12K bez krytu [28]

### Charakteristika

- elektrokotle RAY mají plynulý modulační rozsah výkonu pro vyšší efektivitu provozu topného systému
- možná instalace na stávající nebo zcela nový topný systém
- ovládací panel pro jednoduchou obsluhu
- po připojení venkovního čidla je možné ekvitermní řízení kotle vestavěnou regulací, kdy se přizpůsobuje teplota otopné vody venkovním podmínkám
- může být použit jak pro topení, tak i pro přípravu teplé vody (s propojovacím příslušenstvím) v externím zásobníku
- vysoce účinné čerpadlo
- tichý provoz

- autodiagnostika
- plynulá modulace výkonu
- jednoduché a přehledné ovládání
- nastavení požadované teploty TV v externím zásobníku na kotli
- jednoduché připojení externího zásobníku TV
- s GSM bránou lze ovládat pomocí telefonu
- ovládání kotle signálem HDO
- protimrazová ochrana kotle.
- Rovnoměrné zatěžování topných těles [28]

## Technické parametry

Tab. č. 11. Technické parametry elektrického kotle Protherm RAY12K [28]

Parametr	Jednotka	RAY12K
Tepelný výkon	kW	12
Energetická třída	-	D
Rozsah nastavení teploty	°C	25-85
Účinnost	%	99,5
Objem expanzní nádoby	l	7
Elektrické krytí	-	IP40

## Investiční náklady elektrického kotle

Tab. č. 12. Orientační investiční náklady na pořízení elektrického kotle Protherm RAY12K [30]

Název produktu	Cena s DPH 21 %
Elektrokotel RAY 12K	23 099 Kč
Zásobník TUV Protherm WE*L* 100 - "vrstvené ukládání TV"	20 860 Kč
<b>Orientační konečná cena</b>	<b>43 959 Kč</b>

## Systém otopné soustavy – teplovodní podlahové vytápění

### 6.3. Vyhodnocení podle multikriteriální analýzy

Závěrečné hodnocení popsaných čtyř variant vyhodnotím podle multikriteriální analýzy. Tato analýza posuzuje důsledky rozhodnutí podle více kritérií. K vyhodnocení jsem použil program MCA 7. Tento program umožňuje provádět aplikovaný výpočet podle čtyř metod. Konkrétně se jedná o metody:

- metody váženého součtu (WSA - Weighted Sum Approach)
- metody ideálních bodů (IPA - Ideal Points Analysis)
- metody TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
- metody shody a neshody (CDA - Concordance Discordance Analysis)

Pro vyhodnocení této problematiky jsem si vybral metodu váženého součtu – WSA. [19]

### 6.3.1. Metoda váženého součtu – WSA

Metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitku. Dopouští se však zjednodušení v tom, že předpokládá pouze lineární funkci užitku. [32]

#### Stanovení kritérií

-kritérium  $f_1$  (minimalizační) – **investiční náklady** (Kč)

-kritérium  $f_2$  (minimalizační) – **provozní náklady** (Kč)

-kritérium  $f_3$  (maximalizační) – **životnost** (rok)

Tab. č. 13. Tabulka variant a hodnotících kritérií

Varianty	Investiční náklady (Kč)	Provozní náklady (Kč)	Životnost (rok)
<b>Var. 1 - TČ - země/voda (zemní kolektor)</b>	400027	9705	25
<b>Var. 2 - TČ - vzduch/voda</b>	293739	13952	25
<b>Var. 3 - Elektrické podlahové vytápění</b>	31648	31705	20
<b>Var. 4 - Elektrický kotel</b>	43959	37628	20

## Stanovení vah pomocí Fullerova trojúhelníka

Pro stanovení váhy jednotlivých kritérií používám metodu pomocí Fullerova trojúhelníka. Tento výpočet jsem provedl pomocí výpočetního software MCA7. [19]

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 1 & . & . & 1 \\
 2 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & 2 & 2 & . & . & 2 \\
 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & & . & . & . & k \\
 & & & & k-2 & k-2 \\
 & & & & k-1 & k \\
 \hline
 & & & & & k-1 \\
 & & & & & k
 \end{array}$$

Obr. č. 26. Fullerův trojúhelník [32]

Tab. č. 14. Vypočtené váhy jednotlivých kritérií pomocí Fullerova trojúhelníka

Název kritéria	Váha [%]
Investiční náklady (Kč)	33,33
Provozní náklady (Kč)	50,00
Životnost (rok)	16,67

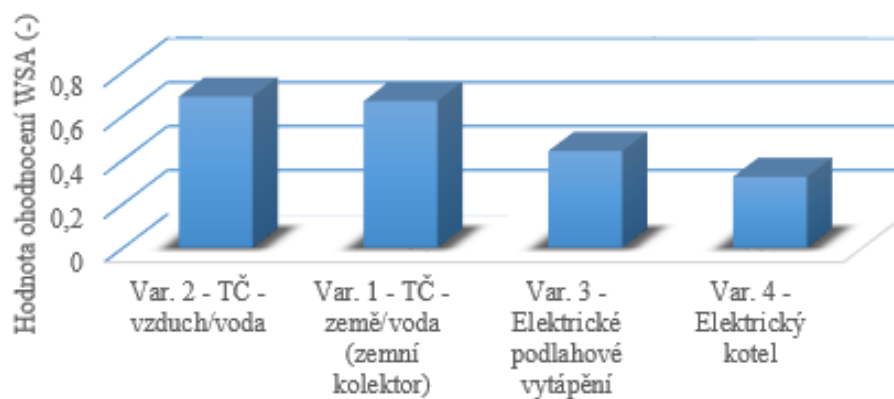
## Vyhodnocení metodou WSA

K tomuto vyhodnocení jsem taktéž použil výpočetní software MCA 7, který na základě zadaných hodnot vah kritérií vyhodnotil varianty. Pro přehlednost uvádím řešení v tabulce i v grafu.

Tab. č. 15. Vyhodnocení variant metodou WSA

Varianty	Hodnota WSA
Var. 2 - TČ - vzduch/voda	0,6868
Var. 1 - TČ - země/voda (zemní kolektor)	0,6667
Var. 3 - Elektrické podlahové vytápění	0,4394
Var. 4 - Elektrický kotel	0,3222

Jako neoptimálnější varianta podle multikriteriální analýzy metodou WSA, byla vyhodnocena varianta tepelného čerpadla v provedení vzduch/voda. S téměř totožnou hodnotou, ale na druhém místě je varianta tepelného čerpadla v provedení země/voda. Už s větším odstupem se drží varianta elektrického podlahového vytápění. Nejhuře dopadl elektrický kotel, který skončil v tomto hodnocení poslední.



Obr. č. 27. Graf ohodnocení multikriteriální analýzou metodou WSA

## 7. Závěr

V diplomové práci se zabývám návrhem vytápění pro rodinný dům. Jedním z cílů diplomové práce byl výběr vhodného výpočetního programu pro výpočet tepelných ztrát domu. Na výběr jich bylo hned několik. Ovšem po přečtení recenzí jsem do nejužšího výběru zvolil programy dva. První byl program od firmy Protech, který mě ve výsledném hodnocení moc nezaujal a oproti konkurentovi hodně zaostával. Druhý program byl od firmy DEK. Tento SW je kvalitně provedený. Intuitivní provedení a informace téměř ke všem položkám jsou velkou výhodou. Po celkovém rozboru jsem vyhodnotil program firmy DEK za ideální volbu pro výpočet tepelných ztrát.

Pro správný návrh bylo nejprve nutné tepelné ztráty řešeného domu vypočítat. K tomu mi posloužil již zmíněný program DEK. K výpočtu tepelných ztrát bylo nezbytně nutné znát výkresovou dokumentaci včetně použitých materiálů pro každou skladbu konstrukce. Pomocí těchto údajů byla výsledná vypočtená hodnota tepelných ztrát rodinného domu:  $\dot{Q}_{H,nd} = 6745 \text{ W}$ .

Pro zajímavost jsem v diplomové práci provedl srovnání dvou norem. Norma ČSN 06 0210, která byla platná do roku 2008, počítala s tepelnými zisky. Oproti tomu dnešní stávající platná norma ČSN EN 12831 s tepelnými zisky nepočítá, ale do výpočtu zahrnuje přítomnost tepelných mostů.

Pro uvedení do problematiky nízkoenergetických domů je v diplomové práci provedena teoretická analýza těchto domů a jejich ideální konstrukční řešení. Popisují zde základní pojmy a také poukazují na výhody podlahového vytápění ve srovnání s jinými typy. Pomocí podlahového vytápění nejefektivněji dosáhneme tepelné pohody.

Dalším z cílů, kterým jsem se v práci zabýval, byl teoretický rozbor zdrojů pro vytápění. Postupně jsem provedl rozbor jednotlivých typů vytápění. Od kotlů na pevná paliva, přes kotle na zemní plyn až po využití tepelných čerpadel a systémů vytápění pomocí solární energie. Každý typ vytápění s sebou nese svá pozitiva a negativa. Pro přehlednost jsem v diplomové práci udělal srovnávací tabulku, která obsahuje klady a zápory jednotlivých typů vytápění. Nicméně zvolit ideální typ vytápění není možné, neboť pro daný objekt a požadavky se situace mění, a proto je potřeba vybírat zdroj vytápění individuálně. Konkrétně v případě řešení návrhu vytápění pro návrhový rodinný dům je zásadní nepřítomnost komínu. Od této skutečnosti se poté odvíjel i návrh, který zahrnuje pouze varianty, ve kterých není komín potřeba. Jedná se tedy o varianty, kde je hlavním nebo převažujícím zdrojem energie elektřina. Zvolil jsem čtyři varianty (TČ – země/voda; TČ – vzduch/voda; elektrické podlahové vytápění; elektrický kotel). U každé varianty je proveden popis a výběr zařízení potřebného pro vytápění a pro ohřev teplé užitkové vody. Aby bylo výsledné hodnocení objektivní, tak je provedena i orientační cenová kalkulace každé varianty. Vyhodnocení nejvhodnější varianty jsem provedl pomocí multikriteriální analýzy metodou WSA, tedy váženého součtu. K výpočtu jsem použil výpočetní program MCA 7, který je k těmto účelům určený. Kritéria pro hodnocení jsem stanovil taková, aby byla vypovídající hlavně v poměru investičních nákladů vůči provozním nákladům, jelikož se u všech čtyř variant jedná o vytápění, kde je dosaženo komfortního ovládání a řízení. Nejvhodnější metodou podle vyhodnocení multikriteriální analýzy metodou WSA je varianta tepelného čerpadla vzduch/voda. Ovšem za touto variantou jen mírně zaostává druhá z variant tepelného čerpadla, a to je země/voda. Značnou výhodou pro vítěznou variantu je nižší cena oproti variantě tepelného čerpadla země/voda. Nicméně v případě poklesu teploty okolního vzduchu hlouběji pod bod mrazu se tato varianta už jeví jako méně výhodná a pro vytápění v těchto teplotách je zapotřebí bivalentní zdroj. Proto je dle mého názoru důležité zvážit v jakých podmínkách bude dům stát a podle toho



stanovit vhodný typ tepelného čerpadla, které se mi momentálně jeví jako nejvhodnější zdroj vytápění pro nízkoenergetický rodinný dům.

## 8. Literatura

- [1] HUMM, Othmar. *Nizkoenergetické domy*. 1. čes. vyd. Praha: Grada, 1999. Stavitel. ISBN 80-7169-657-9.
- [2] HRADÍLEK, Zdeněk, Ilona LÁZNIČKOVÁ a Vladimír KRÁL. *Elektrotepelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04938-9.
- [3] *Stavební fyzika* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://stavebni-fyzika.cz/codek/>
- [4] *Technická zařízení budov* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/>
- [5] *PROTECH* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: [www.protech.cz](http://www.protech.cz)
- [6] EKO KWPns 25 - automatický kotel na uhlí. *ROZTOP* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://roztop.cz/eko-kwpns-25-automaticky-kotel-na-uhli-176/>
- [7] Peleta. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Peleta>
- [8] Kotle na pelety. *ATMOS* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/kotle-na-pelety/>
- [9] Kotel Guntamatic THERM - na pelety - 5, 7 a 10 kW. *ESEL* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://guntamatic.esel.cz/w/3719/kotel-guntamatic-therm-na-pelety-5-7-a-10-kw>
- [10] Plynové kondenzační kotle. *Thermona* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle>
- [11] MUSIL, Ladislav. Plyn ve vytápění. *Technická zařízení budov* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1163-plyn-ve-vytapeni-i>
- [12] Plynové kondenzační kotle na topení. *Quantumas* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.quantumas.cz/kondenzacni-kotle/>
- [13] Instalace prvního kotle Guntamatic BMK 50 kW na kusové dřevo v České republice. *Avytapani.cz* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.avytapani.cz/Article.aspx/Detail/207>
- [14] Varianty elektrického vytápění. *Technická zařízení budov* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektroinou/304-varianty-elektrickeho-vytapeni#kapilarni-rohoze-elektrokotel>

- [15] Země/voda - vodní plocha. *Čerpadla IVT* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vodni-plocha>
- [16] Topení ze Slunce. *ČEZ a.s.* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>
- [17] Plošný kolektor. *NIBE ENERGY SYSTEMS CZ* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/cs/technologie/plosny-kolektor>
- [18] DUFKA, Jaroslav. *Hospodárné vytápění domů a bytů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2019-7.
- [19] *Multikriteriální analýza dálkově řízených prvků v distribučních sítích vn* [online]. KORVINY, Petr. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://korviny.cz/mca7/online\\_mca7\\_vahy.php](http://korviny.cz/mca7/online_mca7_vahy.php)
- [20] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. 1. vyd. Brno: ERA, 2005. 21. století. ISBN 80-736-6031-8.
- [21] Tepelná čerpadla země/voda - Zemní plošný kolektor. *Solarenavi* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.solarenavi.cz/a-46-tepelna-cerpadla-zeme-voda-zemni-plosny-kolektor.html>
- [22] Porovnání nákladů na vytápění TZB-info. *Tzb-info.cz* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [23] Tepelné čerpadlo vzduch-voda v provedení Split. *Buderus* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.buderus.cz/files/WPLS\\_CZ.pdf](http://www.buderus.cz/files/WPLS_CZ.pdf)
- [24] Vaillant. *kvalitni-tepelna-cerpadla.cz* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.kvalitni-tepelna-cerpadla.cz/wp-content/uploads/prospekt%20\(2\).pdf](http://www.kvalitni-tepelna-cerpadla.cz/wp-content/uploads/prospekt%20(2).pdf)
- [25] Ceník Vaillant. *Vaillant* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/downloads/cen-ky/cenik-vaillant-platny-od-15-9-2015-558169.pdf>
- [26] Princip tepelného čerpadla. *REVEL-PEX* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.revel-pex.com/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/princip-tepelneho-cerpadla/>
- [27] Tepelná čerpadla vzduch voda geoTHERM VWL se zásobníkem TUV. *Kvalitni-tepelna-cerpadla.cz* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.kvalitni-tepelna-cerpadla.cz/produkty/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/se-zasobnikem-teple-vody/>
- [28] Prospekt RAY. *Protherm.cz* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.protherm.cz/files/downloads/prospekty/prospekt-ray-v220220016-681201.pdf>
- [29] Vrstvený zásobník teplé vody. *Protherm.cz* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/napoveda/vrstveny-zasobnik-vody/index.cs\\_cz.html](http://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/napoveda/vrstveny-zasobnik-vody/index.cs_cz.html)

- [30] Ceník výrobků 2016. *Protherm.cz* [online]. [cit. 2016-04-13].  
Dostupné z: <http://www.protherm.cz/files/downloads/cen-ky/cenk-protherm-platn-od-712016-682906.pdf>
- [31] Dvoužilové s ochranným opletením 18 W/m. *Podlahove-topeni.eu* [online].  
[cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.podlahove-topeni.eu/adpsv-181000-topny-okruh-se-zvysenou-ochranou-a-ochranou-proti-uv-zareni-1000-w-575-m-p144>
- [32] HRADÍLEK, Zdeněk. *Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1696-8
- [33] SMOLA, Ing. arch. Josef a Ing. Jiří ŠÁLA CSC. *NÍZKÁ ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV A JEJÍ ZAJIŠTĚNÍ VE VÝSTAVBĚ* [online]. In: . [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/nizka-energeticka-narocnost-budov-a-jeji-zajisteni-ve-vystavbe/t1035>
- [34] CENÍK ELEKTRINY ČEZ PRODEJ. In: *ČEZ Prodej s.r.o.* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2016/cez\\_cz\\_ele\\_cenikmoo\\_2016-01-01\\_comfort.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2016/cez_cz_ele_cenikmoo_2016-01-01_comfort.pdf)

## **9. Seznam příloh**

<b>Příloha I – Protokol a energetický štítek obálky budovy .....</b>	<b>1</b>
<b>Příloha II – Výkresová dokumentace rodinného domu .....</b>	<b>8</b>

# Příloha I – Protokol a energetický štítek obálky budovy

program ENERGETIKA

verze 4.2.3

## Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1) $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla $U_{a,20}$ [W/(m²K)]	Redukční čísel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]	Redukční čísel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]
STN-1 1-EXT Obvodová stěna S10 - 300mm	172,8	0,30	1,00	51,85	172,8	0,16	1,00	27,65
STR-3 1-EXT Strop nad 1.NP S12	207,1	0,30	1,00	62,13	207,1	0,14	1,00	28,99
VYP-7 1-EXT Dveřní výplň SZ	4,0	1,70	1,00	6,73	4,0	1,08	1,00	4,27
VYP-8 1-EXT Okenní výplň SZ	4,5	1,50	1,00	6,69	4,5	0,90	1,00	4,01
VYP-9 1-EXT Okenní výplň SV	6,9	1,50	1,00	10,35	6,9	0,90	1,00	6,21
VYP-10 1-EXT Okenní výplň JV	12,9	1,50	1,00	19,31	12,9	0,90	1,00	11,59
VYP-11 1-EXT Dveřní výplň JV	1,8	3,50	1,00	6,21	1,8	1,08	1,00	1,91
VYP-12 1-EXT Okenní výplň JZ	1,5	1,50	1,00	2,25	1,5	0,90	1,00	1,35
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{en} = 0,02$ [W/(m²K)] $\Delta U_{en} = 0,02 * 411,4$		1,00	8,23	$\Delta U_{en} = 0,10$ [%] $\Delta U_{en} = 0,00 * 86,00$		-	0,09
PDL(z)-2 1-ZEM Podlaha na terénu S11	207,1	0,45	0,63	57,16	207,1	0,38	0,65	50,85
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{en} = 0,02$ [W/(m²K)] $\Delta U_{en} = 0,02 * 207,1$			4,14	$\Delta U_{en} = 0,10$ [%] $\Delta U_{en} = 0,00 * 50,85$			0,05
STN-4 1-2 Interiérová stěna S13 - 250mm	38,9	0,60	0,70	16,45	38,9	0,38	0,71	10,54
VYP-14 1-2 Dveřní výplň - interiér	1,8	3,50	0,70	4,55	1,8	1,08	0,71	1,42
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{en} = 0,02$ [W/(m²K)] $\Delta U_{en} = 0,02 * 40,7$		0,70	0,57	$\Delta U_{en} = 0,10$ [%] $\Delta U_{en} = 0,00 * 11,96$		-	0,01

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Celkem bez vlivu $\Delta U_{em}$	659,2	-	-	243,68	659,2	-	-	148,81
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{em}$			12,94	$\Sigma \Delta U_{em}$			0,15
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>256,63</b>	-	-	-	<b>148,96</b>
průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ podle ČSN 73 0540-2 čl. 5.3.4 tabulky 5	$U_{em,N,20} = \Sigma(U_{N,20,i} * A_i * b_i + \Delta U_{em,i} * A_i) / \Sigma A_i$ $U_{em,N,20}$ nejvýše však: 0,50 [W/(m²K)] $U_{em,N}^{2)} = U_{em,N,20} * e$			požadovaná hodnota 0,39	$U_{em} = \Sigma(U_i * A_i * b_i * (1 + \Delta U_{em,i} / 100)) / \Sigma A_i$			vypočtená hodnota 0,23
				doporučená hodnota 0,29				-
klasifikační třída obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 přílohy C	0,23 / 0,39 = 0,58				třída B - úsporná			

<sup>2)</sup> Započitatelnost velkých ploch výplní otvorů podle ČSN 73 0450-2 čl. 5.3.3

<sup>2)</sup> V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb podle ČSN 73 0540-2 čl. 5.3.4 stanoven konstantní přírůžkou 0,02 [W/(m²K)]. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.

<sup>2)</sup> V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny  $\theta_{in}$  je mimo interval  $18^\circ\text{C} \leq \theta_{in} \leq 22^\circ\text{C}$ , přenásobí se součinitel prostupu tepla  $U_{em,N,20}$  zóny činitelem  $e = 16 / (\theta_{in} - 4)$  dle čl. 5.2.1 ČSN 73 0540-2. V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny  $\theta_{in}$  je v intervalu  $18^\circ\text{C} \leq \theta_{in} \leq 22^\circ\text{C}$  je činitel  $e = 1,00$ . Maximální hodnota činitele „e“ je omezena na hodnotu 3,50 z důvodu vykazování vysokých hodnot nebo záporných hodnot činitele „e“ v případě návrhových teplot v zóně  $\theta_{in} < 8^\circ\text{C}$ . V případě, že alespoň u jedné konstrukce v zóně byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci  $U_{N,20}$  „z temperovaného prostoru do exteriéru“ nebo „z temperovaného prostoru k nevytápěnému prostoru“, přenásobení průměrného požadovaného součinitele prostupu tepla  $U_{em,N,20}$  činitelem „e“ se neprovádí, resp.  $e = 1,00$ . V tomto případě je ve zvoleném požadavku na konstrukci  $U_{N,20}$  již zahrnuta nižší teplota v temperovaném prostoru. Pokud máme „temperovanou“ zónu, je nutné volit u všech konstrukcí normový požadavek  $U_{N,20}$  na temperované prostory nebo u všech konstrukcí volit normový požadavek  $U_{N,20}$  pro základní teplotní rozdíl, který následně bude přepočítán činitelem „e“. Požadavky nelze vzájemně kombinovat v rámci jedné zóny.

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (zóny)	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} < 0,50 * U_{em,N}$	velmi úsporná
B	$0,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 * U_{em,N}$	úsporná
C	$0,75 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,00 * U_{em,N}$	vyhovující
D	$1,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,50 * U_{em,N}$	nevyhovující
E	$1,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,00 * U_{em,N}$	nehospodárná
F	$2,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,50 * U_{em,N}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,50 * U_{em,N}$	mimořádně nehospodárná

Konstrukce obálky budovy (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2) θ <sub>e</sub> = -4,25 °C	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U <sub>n,20</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>T</sub> [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>T</sub> [W/K]
STR-6 2-EXT Strop nad 1.NP S15 - garáž	46,7	0,30	1,00	14,02	46,7	0,14	1,00	6,54
VYP-13 2-EXT Dveřní výplň SZ - garáž	6,9	3,50	1,00	24,15	6,9	1,40	1,00	9,66
Přirážky na tepelné vazby	ΔU <sub>em</sub> = 0,10 [%] ΔU <sub>em</sub> = 0,00 * 16,20		1,00	0,04	ΔU <sub>em</sub> = 0,10 [%] ΔU <sub>em</sub> = 0,00 * 16,20		-	0,02
PDL(z)-5 2-ZEM Podlaha na terénu S14 - garáž	46,7	0,85	0,55	22,42	46,7	0,38	0,74	13,08
Přirážky na tepelné vazby	ΔU <sub>em</sub> = 0,10 [%] ΔU <sub>em</sub> = 0,00 * 13,08			0,02	ΔU <sub>em</sub> = 0,10 [%] ΔU <sub>em</sub> = 0,00 * 13,08			0,01
STN-4 2-1 Interiérová stěna S13 - 250mm	38,9	0,60	-0,70	-16,45	38,9	0,38	-0,71	-10,54
VYP-14 2-1 Dveřní výplň - interiér	1,8	3,50	-0,70	-4,55	1,8	1,08	-0,71	-1,42
Přirážky na tepelné vazby	ΔU <sub>em</sub> = 0,02 [W/(m <sup>2</sup> K)] ΔU <sub>em</sub> = 0,02 * 40,7		-0,70	-0,57	ΔU <sub>em</sub> = 0,10 [%] ΔU <sub>em</sub> = 0,00 * - 11,96		-	-0,01
Celkem bez vlivu ΔU <sub>em</sub>	141,1	-	-	39,59	141,1	-	-	17,32
tepelné vazby <sup>2)</sup>	ΣΔU <sub>em</sub>			-0,51	ΣΔU <sub>em</sub>			0,02
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	39,08	-	-	-	17,34



**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,i}$	Objem zóny $V_i$	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{m,N,i}$
	[°C]	[m³]	[W/(m²K)]
zóna 1 - Vytápěná zóna	20,0	676	0,39

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{m,N}$ ( $U_{m,N} = \Sigma(V_i \cdot U_{m,N,i}) / \Sigma V_i$ )	Požadovaná hodnota $U_{m,N}$ ( $U_{m,N} = \Sigma(V_i \cdot U_{m,N,i}) / \Sigma V_i$ )	klasifikační třída obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 přílohy C
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	splňuje doporučení
Budova celkem	0,23	0,39	třída B - úsporná

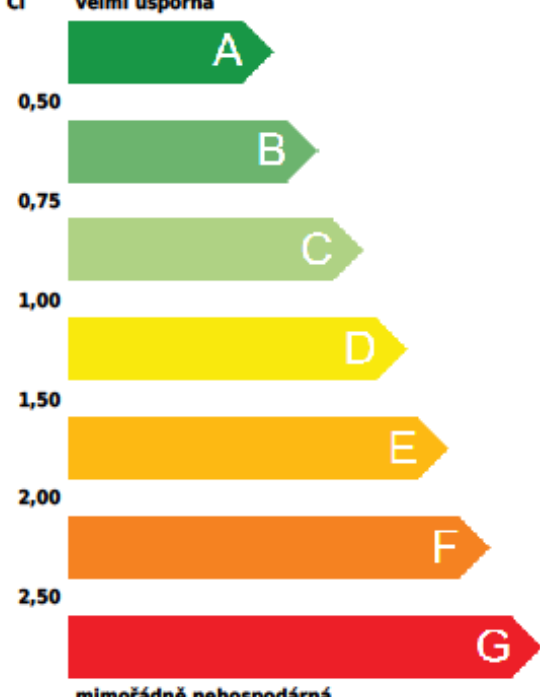
Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (zóny)	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{m,N} < 0,50 \cdot U_{m,N}$	velmi úsporná
B	$0,50 \cdot U_{m,N} < U_{m,N} \leq 0,75 \cdot U_{m,N}$	úsporná
C	$0,75 \cdot U_{m,N} < U_{m,N} \leq 1,00 \cdot U_{m,N}$	vyhovující
D	$1,00 \cdot U_{m,N} < U_{m,N} \leq 1,50 \cdot U_{m,N}$	nevyhovující
E	$1,50 \cdot U_{m,N} < U_{m,N} \leq 2,00 \cdot U_{m,N}$	nehospodárná
F	$2,00 \cdot U_{m,N} < U_{m,N} \leq 2,50 \cdot U_{m,N}$	velmi nehospodárná
G	$U_{m,N} > 2,50 \cdot U_{m,N}$	mimořádně nehospodárná

**Identifikační údaje osoby, která protokol vypracovala**

Jméno a příjmení	Bc. Martin Závodný
Adresa zpracovatele (ulice, popisné číslo, PSČ):	Příbor, Prchalov 17 742 58
Podpis zpracovatele protokolu	

**Datum vypracování protokolu energetického štítku obálky budovy**

Datum vypracování protokolu	
-----------------------------	--

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		-		Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		739 25, Sviadnov				
Katastrální území:						
Parcelní číslo:						
Celková podlahová plocha $A_c = 207,1 \text{ [m}^2\text{]}$				stávající	doporučení	
CI velmi úsporná  mimořádně ne hospodárná				0,58		
KLASIFIKACE				B	-	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{sm} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ $U_{sm} = H_T / A$				0,23	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{sm,x} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$				0,39	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{sm}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{sm}$	0,19	0,29	0,39	0,58	0,78	0,97
Platnost štítku do (datum):				1.1.1980 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Bc. Martin Závodný		

**Posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí**

Konstrukce ( ZÓNA Z1) Návrhová teplota v zóně $\theta_{in}=20^{\circ}\text{C}$	vypočtená hodnota	požadovaná hodnota		doporučená hodnota	
	Vypočtený součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Spínáno ANO / NE	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{re}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Spínáno ANO / NE
STN-1 Z1-EXT Obvodová stěna S10 - 300mm	0,16	0,30	ANO	0,25	ANO
PDL(z)-2 Z1-ZEM Podlaha na terénu S11	0,38	0,45	ANO	0,30	NE
STR-3 Z1-EXT Strop nad 1.NP S12	0,14	0,30	ANO	0,20	ANO
VYP-7 Z1-EXT Dveřní výplň SZ	1,08	1,70	ANO	1,20	ANO
VYP-8 Z1-EXT Okenní výplň SZ	0,90	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-9 Z1-EXT Okenní výplň SV	0,90	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-10 Z1-EXT Okenní výplň JV	0,90	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-11 Z1-EXT Dveřní výplň JV	1,08	3,50	ANO	2,30	ANO
VYP-12 Z1-EXT Okenní výplň JZ	0,90	1,50	ANO	1,20	ANO
STN-4 Z1-Z2 Interiérová stěna S13 - 250mm	0,38	0,60	ANO	0,40	ANO
VYP-14 Z1-Z2 Dveřní výplň - Interiér	1,08	3,50	ANO	2,30	ANO

Konstrukce ( NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2) $\theta_{s,e}=-4,25^{\circ}\text{C}$	vypočtená hodnota	požadovaná hodnota		doporučená hodnota	
	Vypočtený součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{nc}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE
PDL(z)-5 Z2-ZEM Podlaha na terénu S14 - garáž	0,38	bez požadavku	ANO	bez požadavku	ANO
STR-6 Z2-EXT Strop nad 1.NP S15 - garáž	0,14	bez požadavku	ANO	bez požadavku	ANO
VYP-13 Z2-EXT Dveřní výplň SZ - garáž	1,40	bez požadavku	ANO	bez požadavku	ANO
STN-4 Z2-Z1 Interiérová stěna S13 - 250mm	0,38	0,60	ANO	0,40	ANO
VYP-14 Z2-Z1 Dveřní výplň - Interiér	1,08	3,50	ANO	2,30	ANO

#### Informace o použitém výpočetním nástroji

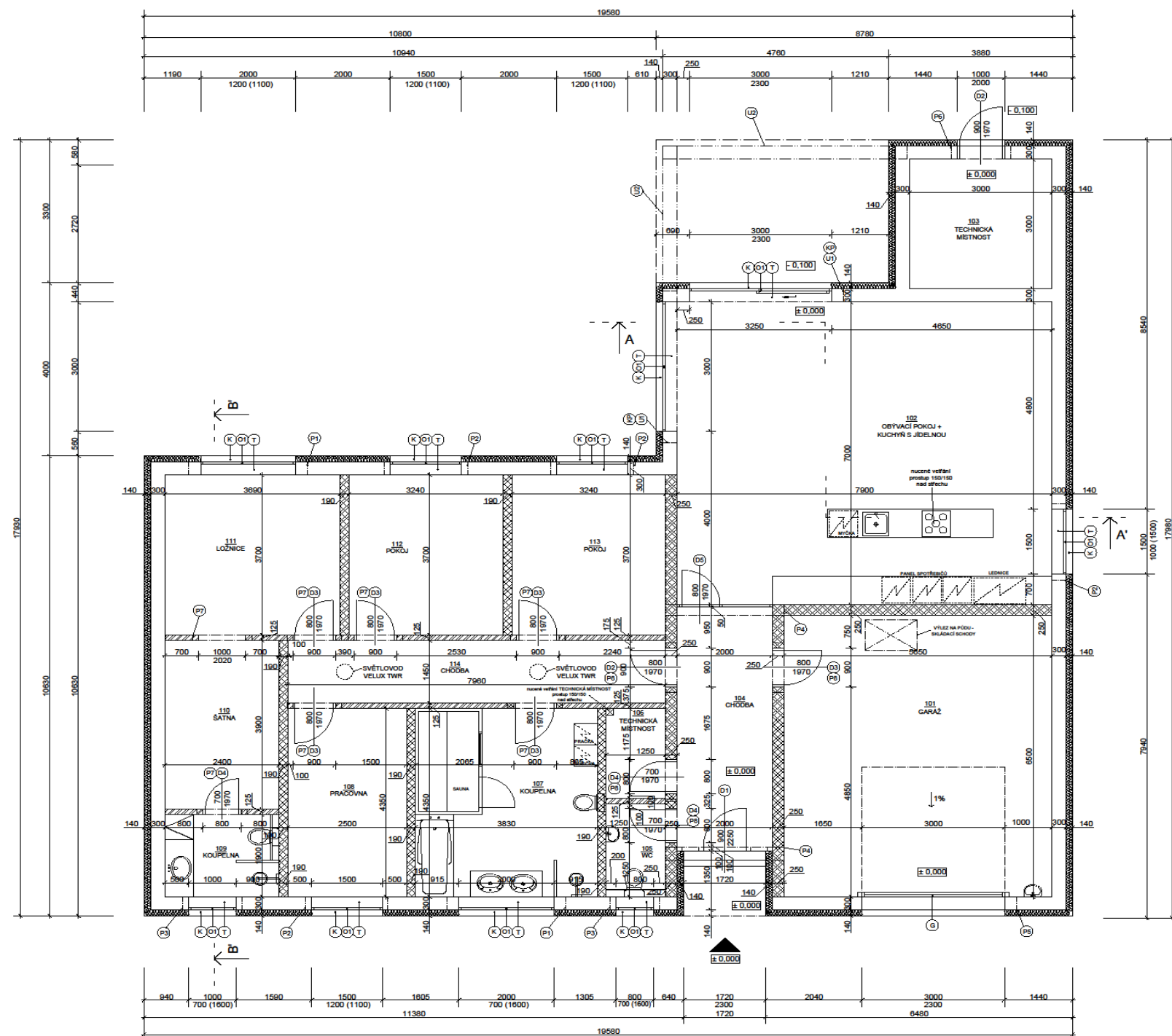
výpočetní nástroj	ENERGETIKA - software pro stavební fyziku firmy DEK a.s.
verze	4.2.3
bližší informace	<a href="http://stavebni-fyzika.cz">http://stavebni-fyzika.cz</a>

#### Identifikační označení protokolu

Identifikační označení protokolu	Diplomová práce
----------------------------------	-----------------

Příloha II – Výkresová dokumentace rodinného domu

PŮDORYS 1.NP



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

ČÍSLO MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	SV. MÍSTNOSTI	TOPENÍ	ÚPRAVA PODLAHY	ÚPRAVA STĚN	ÚPRAVA STROPU	POZNÁMKA
101	GARŽE	36.73	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	KERAMICKÁ PODLAHA	OMÍTKA	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
102	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ S JÍDELNOU	55.30	2.700M	PODLAHOVÉ	VINYLOVÁ PODLAHA	OMÍTKA + KERAMICKÝ OBLAD	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
103	TECHNICKÁ MÍSTNOST	9.00	2.700M	OTOPNÉ TĚLESO	MAZANINA	OMÍTKA	SDK PODHLED	
104	CHODBA	11.10	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA	SDK PODHLED	
105	WC	2.89	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	KERAMICKÁ DLAŽBA	KERAMICKÝ OBLAD	SDK PODHLED	V. 1600 mm - 100 mm
106	TECHNICKÁ MÍSTNOST	2.59	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
107	KOUPELNA	16.66	2.700M	OTOPNÉ TĚLESO	KERAMICKÁ DLAŽBA	KERAMICKÝ OBLAD	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
108	PRACOVNA	10.88	2.700M	PODLAHOVÉ	KOBREK	OMÍTKA	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
109	KOUPELNA	4.56	2.700M	OTOPNÉ TĚLESO	KERAMICKÁ DLAŽBA	KERAMICKÝ OBLAD	SDK PODHLED	V. 2000 mm - 100 mm
110	SÁTKA	9.36	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	VINYLOVÁ PODLAHA	OMÍTKA	SDK PODHLED	
111	LOŽNICE	13.65	2.700M	PODLAHOVÉ	KOBREK	OMÍTKA	SDK PODHLED	
112	POKJ	11.99	2.700M	PODLAHOVÉ	KOBREK	OMÍTKA	SDK PODHLED	
113	POKJ	11.99	2.700M	PODLAHOVÉ	KOBREK	OMÍTKA	SDK PODHLED	
114	CHODBA	11.54	2.700M	BEZ VYTÁPĚNÍ	KERAMICKÁ DLAŽBA	OMÍTKA	SDK PODHLED	
UŽITNÁ PLOCHA S GARŽE		171.3100						
UŽITNÁ PLOCHA S GARŽE		208.0400						

LEGENDA PŘEKLADŮ

OZNAČENÍ	NÁZEV PŘEKLADU	DĚLKA [mm]	POČET OTVORŮ	POČET KUSŮ NA OTVOR	POČET KUSŮ CELKEM	TEPELNÁ IZOLACE
P1	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	2500x70x238	2	3	6	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P2	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	1750x70x238	4	3	12	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P3	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	1250x70x238	2	3	6	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P4	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	2250x70x238	2	3	6	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P5	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	3500x70x238	1	3	3	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P6	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8 + T1	1250x70x238	1	3	3	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
P7	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8	2500x70x238	7	1	7	
P8	POROTHERM PŘEKLAD 7/23.8	1250x70x238	4	3	12	
U1	Z8 PŘEKLAD + T1 OSAZENÍ KP VARIO	3500x220x180	2	1	2	TEPELNÁ IZOLACE ZTUŽLIVČHO VĚNCE EPS-G TL. +80mm
U2	Z8 PŘEKLAD + T1 OSAZENÍ KP VARIO	3500x220x180	1	1	1	
U3	Z8 PŘEKLAD + T1 OSAZENÍ KP VARIO	5150x220x180	1	1	1	

POZNÁMKA:

- DILATOVAT KČE PODLAH OD STĚN (5-10MM EPS, MIRELON)
- BETONOVÁ MAZANINA POD ANHYDRITOVOU PODLAHOU BUDE VYROVNÁNA SAMONIVELAČNÍ STĚRKOU NEBO BUDE PROVEDEN SAMONIVELAČNÍ BETON
- PROSTORY S MOKRÝM PROVÁZEM BUDOU OPAŘENY POD OBLADY A DLAŽBY HYDROIZOLAČNÍ STĚRKOU (např. MAPEL)
- PŘI PROVÁZĚNÍ SPOJŮ, KOUTŮ, NÁPOJOVÝCH SVÝTLCH PLOCH HYDROIZOLAČNÍ MEMBRÁNY EPDM DOODRŽOVAT TECHNOLOGICKÉ PŘEDPISY VÝROBCE!! JE BEZPODMĚNĚNĚ NUTNÉ, ABY REALIZACI PROVEDLA SPECIÁLIZOVANÁ, ŠKOLENÁ FIRM!
- FASÁDNÍ SYSTÉM ZAZOLOVÁNÍ TEPELNOU IZOLACÍ Z POLYSTYRENU EPS, TL. 140MM, přesah okenních ráků o 30MM, horní stupeň zátěžových pásů a část obvodové stěny přetáhá k terénu budou izolovaný perimetrickými deskami XPS s 100MM
- U OBVODOVÉ SPARKY OKEN A DVEŘÍ POUŽÍVAT KOMPRESNÍ PÁSKU, PAROTĚSNOU TĚSNICI PÁSKU (INTERIÉR) A PAROPROUSTNOU TĚSNICI PÁSKU (EXTERIÉR) - např. systém DEK BRAVEN 3D
- HRANY ZDĚNÝCH KČI OPAŘIT PODMÍTKOVOU OCHRANOU LIŠTOU
- VŠEČERÉ STAVEBNÍ OTVORY BUDOU PŘED REALIZACÍ VÝPLNÍ ZAMĚŘENY
- VŠEČERÉ ZMĚNY V PROJEKTU BUDOU KONZULTOVANY SE ZODPOVĚDNÝM PROJEKTAEM
- VŠEČERÉ PROSTUPY A DRAŽKY STAVEBNÍMI KONSTRUKCEMI VIZ. TZ. 2.8 PŘED BETONÁŽÍ VĚNCE, PŘEVÝKLOV A MONOLITICKÝCH PŘÍVKŮ JE TŘEBA ZAMĚŘIT A VYNECHAT OTVORY PRO PŘECHODY A PROSTUPY POTRUBÍ PŘES STAVEBNÍ KONSTRUKCE!!
- VŠEČERNY VĚTRACÍ OTVORY BUDOU OPAŘENY ZPĚTNOU KLAPKOU, SÍTKOU PROTÍ HMYZU A MŘÍŽKOU (PLAST, NEREZ) A BUDOU VYPRÁVOVÁNY SMĚREM VEN DO EXTERIÉRU
- NĚMO ZPĚVNĚNÝCH PLOCH BUDE KOLEM RODINNÉHO DOMU PROVEDEN OKAPOVÝ CHODNÍK
- PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE V TOTO STUPNÍ VYKOTVENÍ NEBSAHUJE TECHNICKÉ A TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ TERAS, OKOLNÍCH ZPĚVNĚNÝCH PLOCH, TĚSNĚNÝCH ÚPRAV DROBNÉ ARCHITECTURY
- NUTNOST DODRŽET PŘESLUŠNÉ NORMY TKALICI SE DILATACÍ VYTYPNĚNÝCH A NEVYTYPNĚNÝCH PODLAHOVÝCH KONSTRUKCÍ UMÍSTĚNÝCH NA TERÉNU VČ. KONSTRUKCÍ TERAS
- VÝKRESY PDV (úvaha, záměrná a pod.) JSOU VE VÝKRESECH A VÝPŘECH ZAKRESLENY POUZE SCHEMATICKY A BUDOU VYROBENY POUZE DLE DĚLNÍKÉ DOKUMENTACE, KTEROU SI ZAJISTI DODAVATEL NA ZÁKLADĚ ZAMĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU NA STAVBĚ
- ŽALUZIE AL SYSTÉM S ELEKTRICKÝM PŮHONEM - INSTALACE DO KAP

LEGENDA MATERIÁLŮ

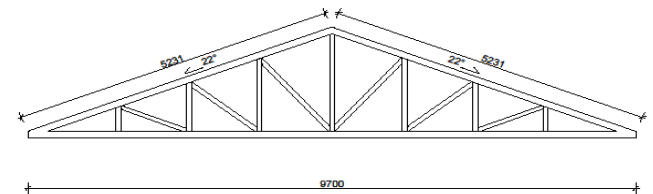
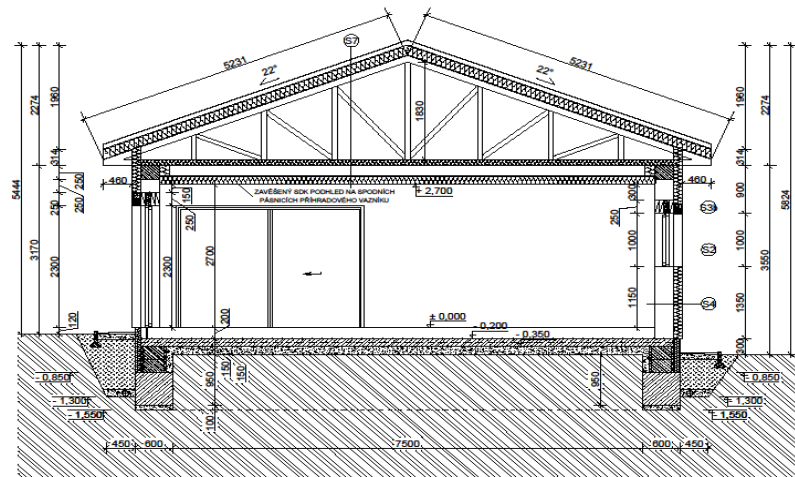
- OBVODOVÉ NOSNÉ ZDIVO Z TVÁRNIC POROTHERM 30 PROFÍ DRYFIX TL. 300MM
- VNITŘNÍ DĚLÍCÍ ZDIVO POROTHERM 25 AKU PROFÍ, TL. 250 MM
- VNITŘNÍ DĚLÍCÍ ZDIVO POROTHERM 19 AKU, TL. 190 MM
- VNITŘNÍ DĚLÍCÍ ZDIVO POROTHERM 11.5 AKU, TL. 115 MM
- FASÁDNÍ TEPELNÁ IZOLACE EPS BAUMIT - BAUMIT OPEN TL. 140MM (PŘETAŽENA 30 MM PŘES RAM OKNA Z DŮVODU ELIMINACE TEPELNÝCH MOSTŮ) + SILIKÁTOVÁ PROBARVOVANÁ OMÍTKA

SOŠKOVACÍ SYSTÉM D-TK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM 100  
0,000 = 263,000 m n.m.

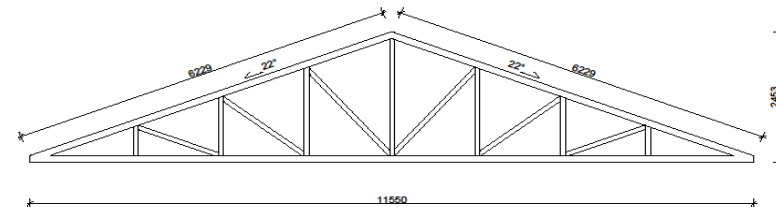
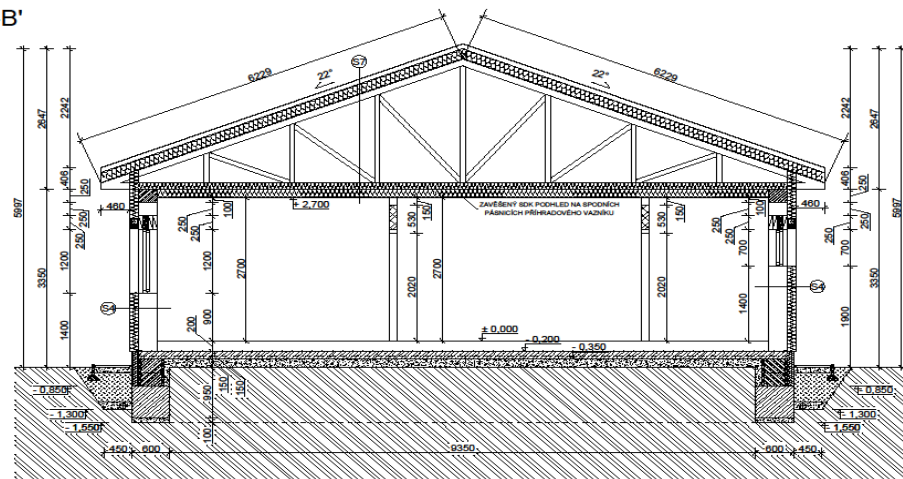
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT: I	VÝKRESOVATEL: Bc. Martin Závodný	PŘÍKLAD: Bc. Martin Závodný	AUTORIZACE:
STAVBA: NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU NA PARCELE č. 4832/28 V K.Ú. SVIADNOV			
STUPĚŇ: DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ			
ČÁST: D.1.1 ARCHITEKTONICKÉ A STAVEB. TECH. ŘEŠENÍ			
OBSAH: PŮDORYS 1.NP			
Č. VÝKRESU: D.1.2.03	MĚŘITKO: 1:50	PÁSE: 1 2 3 4 5 6	FORMÁT: A4 DATA: 09/2015

VÝKRES NEHAZUJE VÝROBNÍ DOKUMENTACI PŘED VÝROBOU ROZMĚRY OVĚŘT NA STAVBĚ, POSTUPY NUTNÉ KONZULTOVAT S DODAVATELEM NEBO STAVEBNÍKEM.

## ŘEZ A-A'



## ŘEZ B-B'



## SKLADBY KONSTRUKCÍ

### 53 KCE PODLAHY

NÁSLAPNÁ VRSTVA PODLAHY	15MM
SAMONIVELAČNÍ POTĚR CEMSCREED-V (pevnost tlaku 20MPa)	70MM
SEPARAČNÍ FOLIE - PE	30MM
SYSTÉMOVÁ DESKA PODLAHOVÉHO TOPENÍ	40MM
SEPARAČNÍ FOLIE - PE	40MM
TEPELNÁ IZOLACE BACHL EPS 150S STABIL	5MM
TEPELNÁ IZOLACE BACHL EPS 150S STABIL	150MM
ELASTEX 40 SPECIAL MINERAL	
GLASTEX 40 SPECIAL MINERAL	
PODLAHOVÁ BETONOVÁ DESKA C 20/25, XC2	
vytvářeno kót vlt 6150 150, ladeno na podlahy	
ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	150MM
ROSTLÁ ZEMINA	

### 55 KCE OBVODOVÉ STĚNY

FASÁDNÍ OMÍTKA	140MM
KONTAKTNÍ ZATEPLENÍ - BAUMIT OPEN	80MM
TEPELNÁ IZOLACE - EPS BAUMIT	220MM
ŽB VĚNEC v. 300 MM	
INTERIÉROVÁ OMÍTKA TENKOVRSŤVÁ	
PRIMALEX	

### 53 KCE OBVODOVÉ STĚNY

FASÁDNÍ OMÍTKA	140MM
KONTAKTNÍ ZATEPLENÍ - BAUMIT OPEN	80MM
TEPELNÁ IZOLACE - EPS BAUMIT	220MM
ŽB PŘEKLAD	
INTERIÉROVÁ OMÍTKA TENKOVRSŤVÁ	
PRIMALEX	

### 56 POCHŮZÍ PLOCHA - CHODNÍK

PÍSKOVCOVÁ DLAŽBA	80MM
LOŽNÍ VRSTVA FRAKCE 4-8MM	30MM
KAMENNÁ DRŤ FRAKCE 8-16MM	150MM
ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP, Edaf=40MPa	150MM
ROSTLÁ ZEMINA	

### 54 KCE OBVODOVÉ STĚNY

FASÁDNÍ OMÍTKA	100MM
KONTAK.ZAT. - SOKL - BAUMIT AUSTROTHERM XPS TOP P GK	300MM
OBVODOVÉ ZDIVO - POROTHERM 30 DRYFIX	
INTERIÉROVÁ OMÍTKA TENKOVRSŤVÁ	
PRIMALEX	

### 57 KCE STŘECHY

STŘEŠNÍ KRYTINA	24 MM
LATĚ	30MM
KONTA.LATĚ 30x50	30MM
NADKROKOVNÍ TEPLNÁ IZOLACE	160MM
POJISTNÁ HYDROIZOLACE - DIFÚZNÍ FOLIE OTEVŘENÁ	
STŘEŠNÍ VAZNÍK	
TEPELNĚ IZOLAČNÍ MINERÁLNÍ VLNA - ROCKWOOL AIRROCK ND	120MM
VZDUCHOVÁ MEZERA	
TEPELNĚ IZOLAČNÍ MINERÁLNÍ VLNA - ROCKWOOL AIRROCK ND	140MM
PAROTĚSNÁ ZÁBRANA	
ZAVĚŠENÝ SOK PODHLED NA HL. ROŠTU	

VÝKRES NENAHRAŽUJE VÝROBNÍ DOKUMENTACI. PŘED VÝROBOU ROZMĚRY OVĚŘT NA STAVBĚ, POSTUPY NUTNĚ KONZULTOVAT S DODAVATELEM NEBO STAVEBNÍKEM.

## POZNÁMKA:

- DILATOVAT KCE PODLAH OD STĚN (5-10MM EPS, MIRELON)
- PROSTORY S MOKRÝM PROVOZEM BUDOU OPATŘENY POD OBKLADY A DLAŽBY HYDROIZOLAČNÍ STĚRKOU
- FASÁDNÍ SYSTÉM zaisolování TI z polystyrenu BAUMIT OPEN tl. 140mm přesah okenních rámu o 30mm, horní stupeň zákl. pasů a část obvodové stěny přilehlá k terénu budou izolovány perimetrickými deskami tl.100mm
- NÁŠYPY A OBŠYPY ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ BUDOU PROVEDENY DOSTATEČNĚ ÚNOSNOU A ZHUTNĚLNOU ZEMINOU
- HLoubka ZÁKLADŮ MIN. 600 MM. HLoubka ZÁKLADŮ SE DÁLE MUSÍ PŘÍZPŮSOBIT KVALITĚ A VLASTNOSTEM ZEMINY V MÍSTĚ STAVBY.
- PODKLADNÍ VRSTVY POD ÚROVNÍ HYDROIZOLACE:
- ZÁKLADÁNÍ NA ZÁKLADOVÝCH PASECH TL. 600MM A TL. 450MM
- A SYSTÉMU ZTRACENÉHO BEDNĚNÍ TL. 400 MM., JEDNÁ SE O 2 STUPŇOVÝ ZÁKLAD

## LEGENDA MATERIÁLŮ

- OBVODOVÉ NOSNÉ ZDIVO Z TVÁRNIC POROTHERM 30 PROFÍ DRYFIX TL. 300MM
- VNITŘNÍ DĚLÍČÍ ZDIVO POROTHERM 11,5 AKU., TL. 115 MM
- ŽELEZOBETON C25/30 XC1, VÝZTUŽ DO BETONU B500B (BETONOVÉ BEDNÍČÍ TVAROVKY - BTB 40/40/25)
- PROSTÝ BETON RUČNĚ HUTNĚNÝ TŘ. C20/25 XC2 (ZÁKLADOVÉ PASY)
- PODKLADNÍ PROSTÝ BETON TŘ. C20/25 XC2 S KARI SÍŤI 6/150/150, TL. 150MM (ZÁKLADOVÁ DESKA)
- HYDROIZOLAČNÍ SOUVRSTVÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI + PENETRAČNÍ NÁTĚR
- ŠTĚRKOPÍSEK - ŠTĚRKOPÍSKOVÝ POLŠTÁŘ, HUTNĚNÝ, FRAKCE 16-32 MM
- PŮVODNÍ ZEMINA
- NÁŠYP PŮVODNÍ ZEMINY, ZHUTNĚNO PO 20CM VRSTVÁCH
- FASÁDNÍ TEPELNÁ IZOLACE EPS BAUMIT - BAUMIT OPEN TL. 140MM (PŘETAŽENA 30 MM PŘED RÁM OKNA Z DŮVODU ELIMINACE TEPELNÝCH MOSTŮ) + SILIKÁTOVÁ PROBARVOVANÁ OMÍTKA
- TEPELNÁ IZOLACE ZÁKL. PÁSŮ Baumit Austrotherm XPS TOP 30 SF TL. 100MM pod úrovní terénu

SOULADNOSTI SYSTÉMU SUTK  
VÝŠKOVÝ SYSTÉM nap.  
0.000 = 255.000 m n.l.m.

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT: VYPRACOVAL: Bc. Martin Závadný KRESLIL: Bc. Martin Závadný

STAVBA: NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU NA PARCELE č. 4832/28 V K.Ú. SVIADNOV

STUPEŇ: DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

ČÁST: D.1.1 ARCHITEKTONICKÉ A STAVEB. TECH. ŘEŠENÍ

OBŠAH: ŘEZ A-A', B-B'

Č. VÝKRESU: D.1.2.04 MĚŘITVO: 1:50

STR. 1 2 3 4 5 6

FORMÁT: DATUM: 09/2015

AUTORIZACE:

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:

INVESTOR:

FORMÁT:

DATUM: 09/2015